

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

**0 054 445
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45)

Date de publication du fascicule du brevet:
11.09.85

(51)

Int. Cl.⁴: **H 05 B 6/06, H 05 B 6/12**

(21)

Numéro de dépôt: **81401726.5**

(22)

Date de dépôt: **28.10.81**

(54)

Dispositif électronique de chauffage à induction.

(30)

Priorité: **05.12.80 FR 8025847**

(43)

Date de publication de la demande:
23.06.82 Bulletin 82/25

(45)

Mention de la délivrance du brevet:
11.09.85 Bulletin 85/37

(84)

Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(56)

Documents cités:
**DE - A - 2 634 667
FR - A - 2 180 584
FR - A - 2 430 679**

(73)

Titulaire: **ETABLISSEMENTS EUGENE SCHOLTES, B.
P. 48, F-57101 Thionville-Cedex, Moselle (FR)**

(72)

Inventeur: **Scholtes, Maurice, 24, route de Crève-Coeur,
F-57100 Thionville (FR)**
Inventeur: **Eisenberg, Roger, 28, Clos des Acacias,
F-57157 Marly (FR)**

(74)

Mandataire: **Tony-Durand, Serge, Cabinet
Tony-Durand 22, Boulevard Voltaire, F-75011 Paris (FR)**

EP 0 054 445 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

La présente invention concerne les dispositifs électroniques de chauffage à induction.

Les composants de puissance de tels dispositifs doivent répondre à des critères d'intensité, de vitesse et de tension relativement sévères, ce qui les rend peu courants et de prix élevé.

En effet pour satisfaire aux besoins, par exemple dans le cas d'un appareil de cuisson à induction à vocation ménagère, il faut que ces composants soient:

- a) suffisamment rapides en commutation pour pouvoir fermer et ouvrir un circuit oscillant à des fréquences de l'ordre de 20 à 40 khz,
- b) capables de supporter des intensités élevées, de l'ordre de 40 ampères en régime permanent (pour une puissance de 2 kw induite),
- c) susceptibles de supporter, à leurs bornes, des tensions très élevées de l'ordre de 1000 volts compte tenu qu'un circuit résonnant pour un appareil de cuisson à usage ménager développe des tensions de l'ordre de 800 à 900 volts pour un foyer de 2 kw alimenté par un réseau de 220 volts.

Or ces trois conditions sont difficiles à respecter ensemble.

Ceci est la raison pour laquelle les appareils actuels ne donnent pas toujours satisfaction.

Ainsi le FR-A-2 430 679 décrit un dispositif destiné à la cuisson électrique par induction formé d'un circuit oscillant, constitué de condensateurs et d'une self qui fait office d'inducteur, inducteur auquel est couplé la charge ferromagnétique à chauffer. Le circuit oscillant est raccordé au circuit d'alimentation par deux thyristors assujettis à un circuit de commande, ce circuit faisant fonctionner les thyristors d'une manière successive.

Une résistance et une capacité sont montées en parallèle avec chaque thyristor pour limiter les variations de tensions à leurs bornes.

Le circuit d'alimentation fait office de source de tension continue, obtenue par le redressement de la tension du secteur.

Quant au DE-A-2 634 667, il décrit un dispositif destiné à alimenter en énergie l'inducteur d'un four à induction, cette énergie étant véhiculée par un courant alternatif obtenu par un onduleur. Cet onduleur est relié à une alimentation de courant continu.

Etant donné qu'il est plus aisé de trouver sur le marché des composants répondant à deux des trois conditions précédemment définies, que de respecter ensemble ces trois conditions, le but de la présente invention est d'éliminer l'une de ces trois conditions, en l'occurrence celle relative au fait de pouvoir supporter une tension maximum répétitive à l'état bloqué et ce, de façon à réaliser un dispositif de chauffage à induction, dont la conception est telle que celui-ci présente une très grande fiabilité, malgré les limites de performances des composants électroniques ac-

tuellement sur le marché.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif électronique de chauffage à induction, comportant un circuit oscillant comprenant un condensateur et une self qui fait office d'enroulement primaire, l'enroulement secondaire étant constitué par la charge à chauffer, ce circuit oscillant étant raccordé au circuit d'alimentation par deux interrupteurs électroniques assujettis à un circuit de commande, une résistance et une capacité étant montées en parallèle avec chacun de ces interrupteurs, caractérisé en ce que les deux interrupteurs électroniques — par exemple deux thyristors — sont assujettis à un oscillateur de commande les faisant fonctionner à la fréquence de résonance du circuit oscillant pour s'ouvrir et se fermer en même temps, ces interrupteurs jouant le rôle d'impédances de très grande valeur lors de leur ouverture.

Ainsi, lorsque ces deux interrupteurs se ferment, le circuit oscillant se trouve branché directement aux deux lignes d'alimentation et, par le fait, chargé en énergie.

Par contre, lorsque les deux interrupteurs sont ouverts, le circuit oscillant, chargé en énergie (et comparable dans cette phase à un générateur), va trouver à ses bornes deux interrupteurs ouverts, et par suite, osciller librement. Ceci aura pour effet que ce circuit aura tendance à se centrer, ou à trouver son équilibre, entre deux impédances de grande valeur.

Du reste, les particularités et avantages du présent dispositif apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante, donnée en référence aux dessins annexés.

Sur ceux-ci:

La figure 1 est un schéma général d'une forme préférentielle de réalisation du dispositif selon l'invention;

la figure 2 représente les courbes de variation des tensions aux bornes des deux interrupteurs électroniques, ainsi que la courbe de variation de l'intensité dans la self du circuit oscillant;

la figure 3 est un schéma général d'une autre forme de réalisation du dispositif selon l'invention.

Dans l'exemple illustré à la figure 1, le circuit oscillant 1 du dispositif correspondant est constitué par un circuit connu sous l'appellation «circuit-bouchon».

Celui-ci comprend une self plane 2 montée en parallèle avec un condensateur 3, dont les valeurs sont telles que le circuit résonne à la fréquence désirée, par exemple de 25 K.hertz dans le cas précité d'un appareil ménager. La self 2 fait alors office d'enroulement primaire, le secondaire étant constitué par la charge à chauffer, dans l'appareil correspondant, en l'occurrence un ustensile de cuisson (casserole, poêle, etc. . .).

Conformément à la caractéristique essentielle du dispositif selon, l'invention, le circuit oscillant 1 est relié aux deux lignes 5 et 6 du circuit d'ali-

mentation par l'intermédiaire de deux interrupteurs électroniques, qui se trouvent donc disposés de part et d'autre de ce circuit oscillant. Il est à noter que dans l'exemple représenté à la figure 1, l'alimentation du circuit oscillant 1 est assurée par une source de courant continu, ce courant provenant du redressement de deux alternances de la tension du secteur. Il est cependant possible que l'alimentation du circuit oscillant soit assurée par une source de tension continue.

Dans l'exemple représenté à la figure 1, chacun des interrupteurs électroniques est constitué par un thyristor 7 avec lequel est montée en anti-parallèle une diode 8 dont le sens de conduction est donc inverse.

La gachette de chacun des thyristors 7 est reliée au secondaire d'un transformateur 9, dont le primaire est alimenté par un oscillateur 10 de commande. L'agencement du circuit de commande ainsi constitué est tel que les thyristors fonctionnent à la fréquence de résonance du circuit oscillant 1 en s'ouvrant et en se fermant en même temps. L'oscillateur 10 du circuit de commande est de type astable, et il est suivi d'un, voire de plusieurs, transistor(s) permettant d'obtenir des impulsions de commande compatibles en durée, en polarité et en puissance pour commander correctement les interrupteurs de puissance.

Cependant, l'agencement d'un tel circuit n'est pas complet, tel que présenté ci-dessous. En effet, il faut tenir compte du fait que les interrupteurs de puissance ne se désamorcent pas lorsque l'impulsion sur l'électrode de commande tombe à zéro volt. Pour atteindre ce but, il faut inverser la polarité à ses bornes (anode-cathode).

Le circuit bouchon est tout à fait adéquat pour assurer ce rôle supplémentaire. En effet, les phénomènes de surtension de tels circuits sont bien connus.

Cependant, il existe une difficulté due à la faible valeur selfique utilisée ($34 \mu\text{H}$) dans le présent exemple. En effet, cette faible valeur provoque l'ouverture des thyristors en $2,5 \mu\text{secondes}$, ce qui n'est pas suffisant pour charger correctement le circuit oscillant, en maintenant la fréquence de travail envisagée.

Cependant, une augmentation de la valeur de la self 2 n'est pas envisageable, car ses dimensions mécaniques deviendraient vite inexploitable et, de plus, il serait difficile de trouver des récipients pouvant s'apairer à la self. Il est donc inutile d'énumérer toutes les autres raisons.

C'est pourquoi, dans le but de conserver une fréquence de résonance de 25 à 30 K.Hz et un temps de conduction des interrupteurs de l'ordre de $10 \mu\text{secondes}$, il est inclus, dans la ligne qui alimente le circuit résonant, une petite self 13 de $3,5 \mu\text{Henri}$ dans l'exemple. Cette self peut être constituée de différentes façons, par exemple sur air, sur noyau de différentes formes, ou plus simplement en passant le fil d'alimentation du circuit oscillant dans un tore de bonne valeur.

Cette petite self a pour effet de ralentir ou plutôt de retarder l'action de la self de chauffe 2, ce qui se traduit par un temps de conduction des thyristors de l'ordre de $10 \mu\text{secondes}$ dans l'exemple.

Tout ceci apparaîtra plus clairement en décomposant les différentes phases de conduction et d'oscillation libre du circuit, lesquelles apparaissent sur les courbes de variation des tensions aux bornes de deux interrupteurs électroniques. Celles-ci sont représentées à la figure 2, sur laquelle:

A est la phase de conduction (interrupteur fermé)
B est la phase de conduction des diodes
C est la phase d'oscillation libre

1. Phase de fermeture des deux interrupteurs

Dans cette phase, le circuit oscillant se charge en énergie à travers les deux thyristors 7 de puissance. Le circuit bouchon se trouve alors normalement branché directement aux lignes 5 et 6 du circuit d'alimentation.

2. Phase d'ouverture des deux interrupteurs

C'est dans cette phase que se manifeste l'originalité du dispositif selon l'invention.

En effet, les surtensions du circuit bouchon survenant $10 \mu\text{s}$ après la fermeture des thyristors ont pour effet de polariser en inverse les thyristors, qui se bloquent. Les tensions supérieures à la tension d'inversion de polarité des thyristors sont écoulées par les diodes 8 et le circuit bouchon part en oscillation libre.

Dès cet instant, le circuit oscillant (assimilable dans cette phase à un générateur d'énergie) va trouver à ses bornes les interrupteurs 7 ouverts. La tension aux bornes de ces derniers est indirectement liée aux paramètres internes des interrupteurs.

Le centrage exact des tensions est directement lié aux paramètres internes des interrupteurs.

Aussi, pour éviter un tri des composants, afin de les appairer, il est intéressant de monter en parallèle avec chaque thyristor, un condensateur de petite valeur 11 et une résistance 12. Ceci permet d'équilibrer convenablement les tensions aux bornes de chaque thyristor 7.

En conséquence, chaque interrupteur supporte à ses bornes la moitié de la tension développée par le circuit oscillant, soit 300 volts dans l'exemple.

Il est à remarquer que la tension développée par ce type de circuit oscillant est plus faible que dans d'autres types de circuits oscillants. En l'occurrence, cette tension est de l'ordre de 600 à 700 volts au lieu de 800 à 900 volts.

Ce fait est dû à la faible valeur selfique $34 \mu\text{Henri}$, qui cumule les fonctions d'enroulement primaire et moyen de décharge. Or, cette

faible valeur permet d'écouler, plus rapidement que dans d'autres types de circuits, l'énergie emmagasinée dans la capacité 3, d'où des tensions développées plus basses.

D'autre part, le fait que les thyristors ne voient que la demi-tension présente aux bornes du circuit oscillant, offre de multiples avantages, dont les principaux sont:

1. En conservant des thyristors de mêmes caractéristiques que sur un montage à un interrupteur (tenue en tension 1000 V), ce nouveau système offre une marge de sécurité pour une tension de 1400 V dans l'exemple.
2. La marge de sécurité de tension peut être réduite en augmentant la tension d'alimentation si l'on désire augmenter la puissance.
3. Il est possible, en gardant une marge raisonnable de sécurité de tension (600 V par exemple) d'utiliser des thyristors moins performants en tension.
4. Il est évidemment toujours possible, pour augmenter la puissance, de multiplier le nombre de paires de thyristors par montage.

La conception particulière du dispositif selon l'invention multiplie donc largement les coefficients de sécurité, puisque les tensions aux bornes des interrupteurs sont divisées par deux.

Il faut également observer que cette conception a pour avantage d'éliminer les inconvénients habituels des dispositifs électroniques de chauffage par induction, parmi lesquels les risques d'emballement thermique des composants actifs (interrupteur de puissance). En effet, dans ce cas de figure, un interrupteur protège efficacement l'autre, sachant que les composants ne sont jamais parfaitement identiques, et de plus, jamais exposés aux mêmes températures.

D'autre part, les courants de fuite sont diminués par le montage de deux interrupteurs, ce qui offre une bonne garantie contre l'emballement thermique.

Mais, ainsi qu'il a déjà été indiqué, le principal avantage du dispositif selon l'invention réside dans le fait que, pour un même voltage du circuit oscillant, la marge de sécurité tension des interrupteurs électroniques se trouve considérablement augmentée.

Cependant, il va de soi que le dispositif selon l'invention n'est pas limité au seul exemple préférentiel décrit ci-dessus. Ainsi, le circuit oscillant de ce dispositif peut être réalisé différemment. D'autre part, les thyristors de puissance pourraient être remplacés par des transistors de puissance, moyennant quelques retouches inhérentes au matériel employé.

Du reste, la figure 3 représente le schéma d'une forme de réalisation dans laquelle les thyristors 7 du précédent exemple sont remplacés par des transistors 7a.

Par ailleurs, il va de soi que le présent dispositif n'est pas limité à la réalisation d'appareils de cuisson à usage ménager, car il peut faire l'objet d'applications diverses.

Revendications

1. Dispositif électronique de chauffage à induction, comportant un circuit oscillant comprenant un condensateur et une self qui fait office d'enroulement primaire, l'enroulement secondaire étant constitué par la charge à chauffer, ce circuit oscillant étant raccordé au circuit d'alimentation par deux interrupteurs électroniques assujettis à un circuit de commande, une résistance et une capacité étant montées en parallèle avec chacun de ces interrupteurs, caractérisé en ce que les deux interrupteurs électroniques — par exemple deux thyristors (7) — sont assujettis à un oscillateur de commande (10) les faisant fonctionner à la fréquence de résonance du circuit oscillant (2—3) pour s'ouvrir et se fermer en même temps, ces interrupteurs jouant le rôle d'impédances de très grande valeur lors de leur ouverture.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans l'une des lignes d'alimentation du circuit oscillant, il est prévu une self (13) ayant pour fonction de retarder l'action de la self (2) du circuit oscillant.

Patentansprüche

1. Elektronische Induktions-Heizeinrichtung mit einem Oszillatorschaltkreis, der einen Kondensator und eine Induktionsspule aufweist, die eine Primärwicklung darstellt, und eine Sekundärwicklung für die Heizung aufweist, wobei die Oszillatorschaltung mit einer Versorgungsschaltung über zwei elektronische Unterbrecher angeschlossen ist, die von einem Steuerschaltkreis angesteuert werden, wobei jedem der Unterbrecher ein Widerstand und ein Kondensator parallel geschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden elektronischen Unterbrecher beispielsweise zwei Thyristoren (7) sind, die an einen Steueroszillator (10) angeschlossen sind, der sie mit der Resonanzfrequenz der Steuerschaltung (2—3) zum Öffnen und Schließen betätigt, wobei die Unterbrecher beim Öffnen sehr hohe Impedanzen darstellen.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der einen der Versorgungsleitungen der Oszillatorschaltung eine Spule (13) vorgesehen ist, die die Funktion der Spule (2) der Oszillatorschaltung verzögert.

Claims

1. Electronic induction heating device comprising an oscillating circuit made up of a capacitor and an inductance coil which performs the function of a primary winding, the secondary winding being constituted by the charge to be heated, this oscillating circuit being connected to the supply circuit via two electronic switches associated with a control circuit, a resistor and a capacitor being mounted in parallel with each of

these switches, characterized in that the two electronic switches — for example two thyristors (7) — are associated with a control oscillator (10) which causes them to operate at the resonance frequency of the oscillating circuit (2—3) so as to open and close at the same time, these switches being designed to perform the function of impedances of very high value at the time of opening.

2. Device in accordance with claim 1, characterized in that provision is made in one of the supply lines of the oscillating circuit for an inductance coil (13) having the function of delaying the action of the inductance coil (2) of the oscillating circuit.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

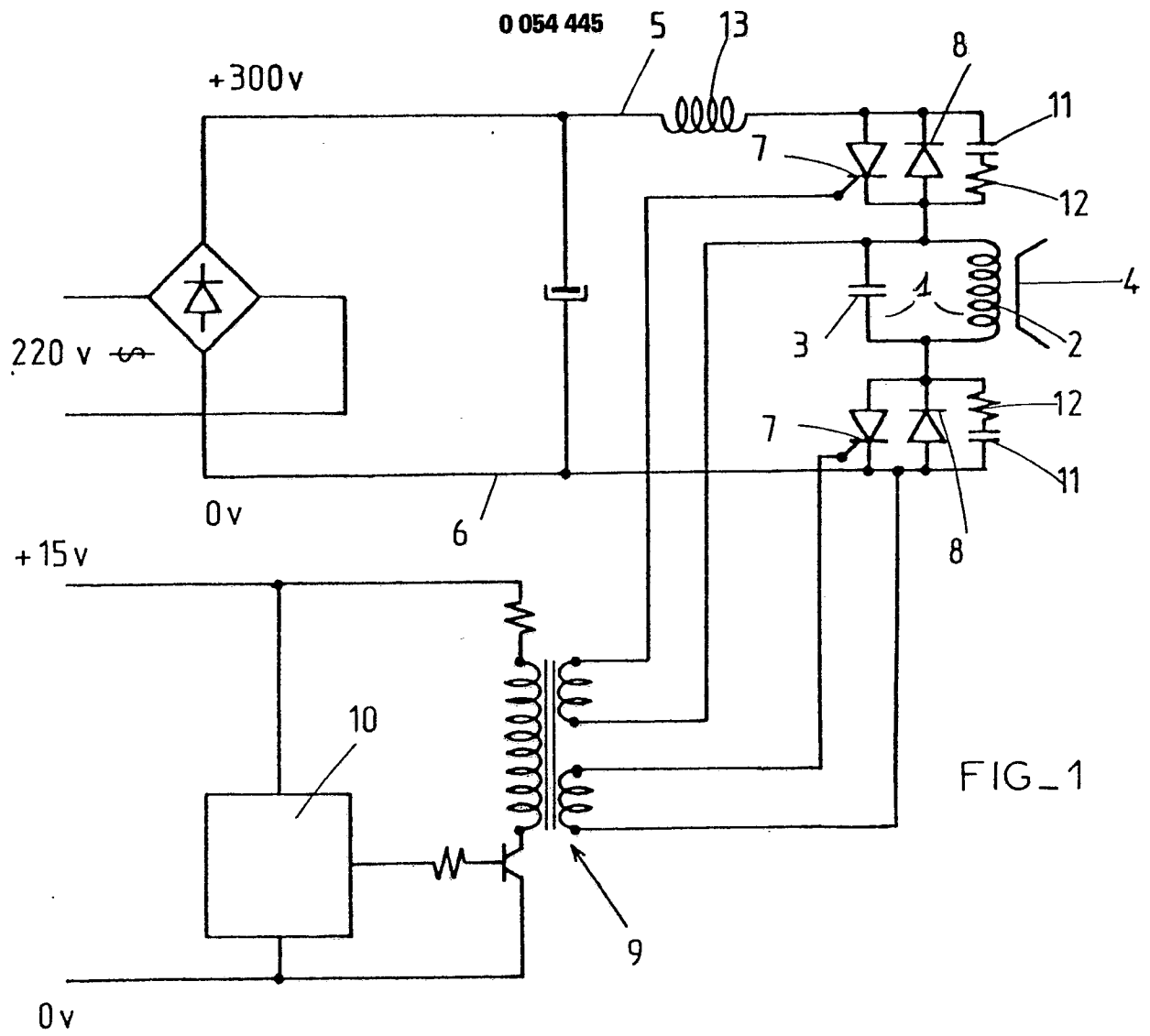
50

55

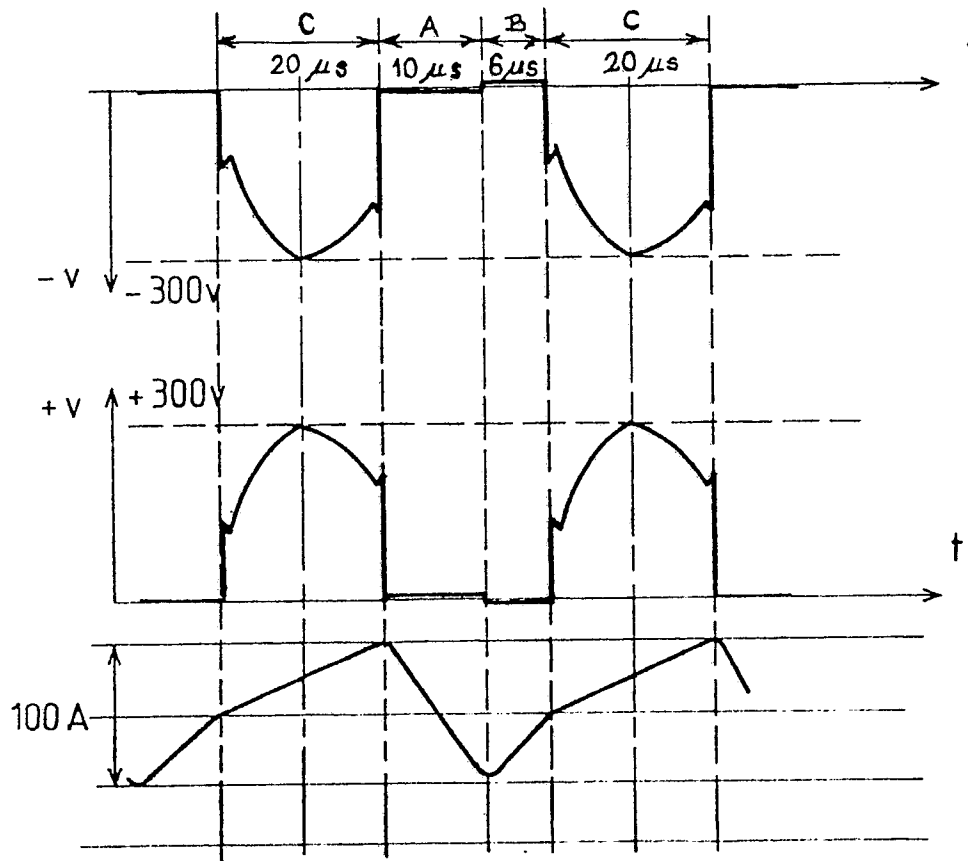
60

65

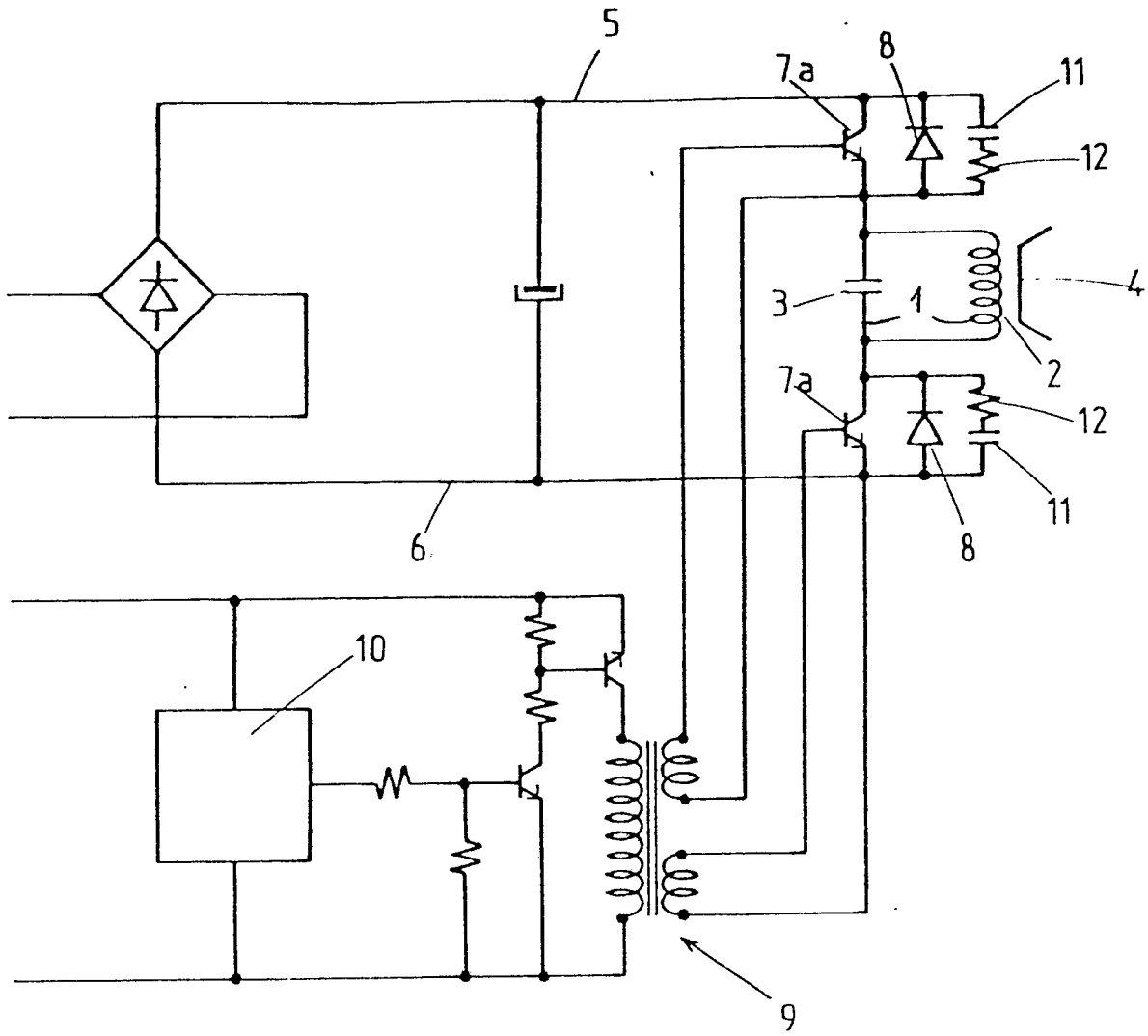
5



FIG_1



FIG_2



FIG_3