(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 445 306 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
13.12.2017 Bulletin 2017/50

(51) Int Cl.:
H05B 6/02 *(2006.01)* ***H05B 6/06*** *(2006.01)*
H05B 6/12 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **11186267.8**

(22) Date de dépôt: **21.10.2011**

(54) **Procédé de commande en fonctionnement d'une table de cuisson à induction et table de cuisson à induction utilisant ce procédé**

Steuerverfahren für den Betrieb eines Induktionskochfeldes, und Induktionskochfeld, das dieses Verfahren benutzt

Method for controlling the operation of an induction cooktop and induction cooktop using said method

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **21.10.2010 FR 1004134**

(43) Date de publication de la demande:
25.04.2012 Bulletin 2012/17

(73) Titulaire: **Groupe Brandt**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

(72) Inventeur: **Alirol, Etienne**
45380 La Chapelle Saint Mesmin (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 951 003 **EP-A1- 2 209 197**
EP-A2- 0 986 287

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 445 306 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de commande en fonctionnement d'une table de cuisson à induction.

[0002] Elle concerne également une table de cuisson à induction, comprenant au moins un inducteur dans un plan de cuisson, ladite table de cuisson à induction étant adaptée à mettre en oeuvre le procédé de commande en fonctionnement conforme à l'invention.

[0003] Plus particulièrement, l'invention concerne la modification de la commande de dispositif à onduleur alimentant un inducteur dans une table de cuisson à induction.

[0004] Une table de cuisson à induction est alimentée par une tension alternative qui est généralement celle du réseau de distribution électrique et comprend au moins une zone de cuisson dans le plan de cuisson. Chaque zone de cuisson est composée d'au moins un inducteur.

[0005] Classiquement, chaque inducteur est alimenté par un dispositif à onduleur.

[0006] Les dispositifs à onduleur sont eux-mêmes alimentés par une tension redressée et filtrée obtenue à partir de la tension alternative alimentant la table de cuisson à induction.

[0007] Un dispositif à onduleur met notamment en oeuvre un interrupteur de puissance à semi-conducteur par exemple du type transistor de puissance.

[0008] Chaque dispositif à onduleur peut être réalisé selon différentes topologies. Pour ce qui concerne les tables de cuisson à induction, il s'agit souvent, soit d'une topologie demi-pont, mettant en oeuvre deux interrupteurs de puissance, soit d'une topologie quasi résonnante, mettant en oeuvre un unique interrupteur de puissance. Il peut s'agir aussi, sans que cette liste soit exhaustive, d'une topologie pont complet mettant en oeuvre quatre interrupteurs de puissance.

[0009] Il est nécessaire de commander chaque inducteur de chaque zone de cuisson en fonction d'une puissance de consigne demandée par l'utilisateur pour la chauffe du récipient disposé sur la zone de cuisson.

[0010] Afin de s'approcher au mieux de la puissance de consigne demandée par l'utilisateur, la commande du dispositif à onduleur est modifiée périodiquement pour réguler la puissance restituée dans le récipient.

[0011] Pour cela, il est classique de faire varier la fréquence de commutation du dispositif à onduleur (ou fréquence de découpage du signal de commande des interrupteurs de puissance).

[0012] Cette méthode de variation de puissance est fondée sur l'accord du système résonant constitué par l'inducteur, le récipient et un condensateur de résonance, la puissance restituée diminuant lorsque la fréquence de commutation s'éloigne de la fréquence de résonance du système résonant.

[0013] Dans les dispositifs à onduleur réalisés selon une topologie demi-pont, il est aussi possible de moduler la puissance délivrée à chaque récipient en faisant varier le rapport cyclique du signal de commande des interrupteurs de puissance tout en maintenant fixe la fréquence du signal de commande des interrupteurs de puissance.

[0014] En complément de ces méthodes de variation de la puissance restituée dans le récipient, et toujours pour s'approcher au mieux de la puissance de consigne demandée par l'utilisateur, la modification de la commande du dispositif à onduleur peut consister à stopper périodiquement et pour une durée déterminée le signal de commande du ou des interrupteurs de puissance du dispositif à onduleur.

[0015] Ainsi, dans tout le document, le terme modification de la commande du dispositif à onduleur désigne indifféremment le démarrage, la modification de la fréquence ou du rapport cyclique, ou l'arrêt du ou des signaux de commande du dispositif à onduleur.

[0016] On connaît déjà le document EP 1 951 003 A1 qui décrit un procédé pour commander la puissance délivrée à une paire d'éléments chauffants / bobines à induction appartenant à une table de cuisson domestique. Ce procédé permet le fonctionnement simultané de deux éléments chauffants à induction en évitant l'apparition de bruit de battement tout en offrant une distribution régulière des niveaux de puissance prédéfinis. Le document prévoit une période de commande au cours de laquelle la puissance moyenne délivrée par les éléments chauffants à induction correspond aux niveaux de puissance présélectionnés. Cette période de commande est divisée en fractions de temps. Au cours de la première fraction de temps, les deux éléments chauffants à induction sont commandés simultanément, leurs convertisseurs respectifs fonctionnant à une même première fréquence. Au cours de la seconde fraction de temps, un des deux éléments chauffants à induction est stoppé et l'autre élément chauffant est commandé, son convertisseur fonctionnant à une seconde fréquence. La période de commande choisie peut être un multiple de la demi-période de la tension d'alimentation secteur et la plus petite fraction de temps gérée peut être synchronisée avec la tension d'alimentation secteur et être égale à la durée d'une demi-période de la tension d'alimentation secteur.

[0017] On connaît aussi le document EP 2 209 197 qui décrit un procédé pour commander des convertisseurs de puissance à résonance basée sur la technique ZVS (acronyme du terme anglais Zero Voltage Switching, commutation à tension nulle en français). Cette technique consiste en ce que les commutations des transistors de puissance se produisent lorsque la tension aux bornes des transistors est nulle. Le procédé comprend une étape d'évaluation de la survenance de commutations des transistors de puissance à tension non nulle. Dans le cas où une telle commutation survient, le procédé ajuste la commande du convertisseur de sorte à revenir à un fonctionnement où les commutations se font à tension nulle.

[0018] On connaît également le document EP 0 986 287 A2 qui concerne un convertisseur à deux sorties constitué d'un pont en H triphasé comprenant des semi-

conducteurs de puissance qui sont commandés par un circuit de commande pour réguler la puissance fournie aux sorties et qui comprend aussi deux commutateurs dont l'activation modifie la topologie pour alimenter une des charges ou les deux charges simultanément. Le circuit de commande de l'invention comporte un détecteur de passage par zéro de la tension du réseau pour que toute modification de la largeur d'impulsion des semiconducteurs de puissance soit synchronisée avec le passage par zéro de la tension, de manière à préserver le fonctionnement des semiconducteurs de puissance.

[0019] De manière classique, le moyen de commande de la table de cuisson à induction crée un signal carré synchronisé avec les passages par zéro de la tension alternative alimentant la table de cuisson à induction. Les modifications périodiques de la commande du dispositif à onduleur sont effectuées à des instants fixes par rapport aux fronts périodiques de ce signal carré.

[0020] Toutefois, la modification de la commande du dispositif à onduleur à des instants fixes par rapport aux fronts correspondant aux passages par zéro de la tension alternative d'alimentation de la table de cuisson à induction peut induire des nuisances sonores selon l'utilisation de la table de cuisson à induction.

[0021] La présente invention a pour but de résoudre l'inconvénient précité et de proposer un procédé de commande en fonctionnement d'une table de cuisson à induction permettant de modifier la puissance délivrée à chaque récipient disposé sur la table de cuisson à induction, quelle que soit la topologie des dispositifs à onduleur alimentant chaque inducteur, et optimisé pour éviter l'apparition de nuisances sonores au moment des modifications périodiques des commandes des dispositifs à onduleur.

[0022] A cet effet, la présente invention concerne un procédé de commande en fonctionnement d'une table de cuisson à induction comprenant au moins un dispositif à onduleur, chaque dispositif à onduleur alimentant au moins un inducteur dans un plan de cuisson de ladite table de cuisson à induction, ladite table de cuisson à induction comprenant au moins un moyen de commande, chaque moyen de commande étant apte à commander au moins un desdits dispositifs à onduleur, ladite table de cuisson à induction étant alimentée par une tension alternative et comportant au moins un système d'alimentation produisant une tension redressée et filtrée à partir de ladite tension alternative, chaque système d'alimentation alimentant au moins un desdits dispositifs à onduleur.

[0023] Selon l'invention, le procédé de commande en fonctionnement comprend au moins l'étape suivante :

- modification de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur par ledit au moins un moyen de commande lorsque la valeur instantanée de ladite tension redressée et filtrée d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur est comprise entre le minima périodique et 20% de plus que ledit minima périodique ; ladite modification de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur désignant le démarrage, la modification de la fréquence ou du rapport cyclique, ou l'arrêt du ou des signaux de commande dudit au moins un dispositif à onduleur.

[0024] Ainsi, en effectuant les modifications périodiques de la commande du dispositif à onduleur aux instants où la tension redressée et filtrée d'alimentation du dispositif à onduleur est minimale, il est possible de réduire voire d'éliminer les nuisances sonores que génèrent les modifications de la commande du dispositif à onduleur en dehors des minimas de la tension d'alimentation du dispositif à onduleur.

[0025] La tension redressée et filtrée qui alimente ce type de dispositif à onduleur n'est pas continue dès lors que le dispositif à onduleur débite du courant dans sa charge constituée par un inducteur.

[0026] La tension redressée et filtrée d'alimentation du dispositif à onduleur présente des minimas périodiques dont la période est identique à la période de la tension alternative dont elle est issue. Les minimas de cette tension redressée et filtrée d'alimentation du dispositif à onduleur sont déphasés par rapport aux passages par zéro de la tension alternative dont elle est issue.

[0027] Selon une caractéristique pratique de l'invention, ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur reçoit un signal synchronisé avec le passage par zéro de ladite tension alternative. Et ladite modification de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur intervient avec un délai prédéterminé par rapport audit signal synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative.

[0028] Ainsi, grâce à la prédétermination pendant la phase de conception de la table de cuisson à induction du délai qui existe entre le signal synchronisé avec le passage par zéro de ladite tension alternative et le minima de la tension redressée et filtrée d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur, il est possible pour ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur de modifier la commande dudit au moins un dispositif à onduleur à des instants correspondant aux minimas de la tension redressée et filtrée d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur.

[0029] Selon une caractéristique préférée de l'invention, ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur comporte un dispositif de mesure de la valeur instantanée de ladite tension redressée et filtrée d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur.

[0030] Ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur a ainsi la connaissance précise, en temps réel, du niveau de tension qui alimente ledit au moins un dispositif à onduleur.

[0031] Selon une caractéristique pratique de l'invention, la valeur minimale prise par ladite tension redressée et filtrée d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur au cours d'une demi-période ou d'une période du

signal synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative est déterminée régulièrement.

[0032] En déterminant régulièrement la valeur minimale de ladite tension redressée et filtrée d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur, il est possible d'améliorer la stabilité de fonctionnement des dispositifs à onduleur.

[0033] La présente invention concerne également selon un second aspect une table de cuisson à induction comprenant au moins un dispositif à onduleur, chaque dispositif à onduleur alimentant au moins un inducteur dans un plan de cuisson de ladite table de cuisson à induction, ladite table de cuisson à induction comprenant au moins un moyen de commande, chaque moyen de commande étant apte à commander au moins un desdits dispositifs à onduleur, ladite table de cuisson à induction étant alimentée par une tension alternative et comportant au moins un système d'alimentation produisant une tension redressée et filtrée à partir de ladite tension alternative, chaque système d'alimentation alimentant au moins un desdits dispositifs à onduleur, ledit au moins un moyen de commande étant adapté à mettre en oeuvre le procédé de commande en fonctionnement selon l'invention.

[0034] Cette table de cuisson à induction présente des caractéristiques et avantages analogues à ceux décrits précédemment en relation avec le procédé de commande en fonctionnement selon l'invention.

[0035] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

[0036] Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est un schéma de principe d'un dispositif à onduleur réalisé selon une topologie demi-pont ;
- la figure 2 est un schéma de principe d'un dispositif à onduleur réalisé selon une topologie quasi-résonnante ;
- la figure 3 est un diagramme de principe représentant la tension d'alimentation de la table de cuisson à induction et un signal de synchronisation du dispositif à onduleur ;
- la figure 4 est un diagramme de principe représentant le même signal de synchronisation du dispositif à onduleur qu'à la figure 3 et la tension d'alimentation du dispositif à onduleur dans trois conditions de fonctionnement de la table de cuisson à induction ;
- la figure 5 représente les mêmes signaux et tensions que la figure 4 mais dans deux autres conditions de fonctionnement de la table de cuisson à induction ; et
- la figure 6 représente un signal de commande du dispositif à onduleur ainsi que les mêmes signaux et tensions que la figure 4 mais lors d'une variation de la commande du dispositif à onduleur.

[0037] On va décrire une table de cuisson à induction adaptée à mettre en oeuvre le procédé de commande en fonctionnement conforme à l'invention.

[0038] Les zones de cuisson d'une table de cuisson à induction peuvent être matérialisées par une sérigraphie du plan de cuisson en vis-à-vis de laquelle se trouve un inducteur 5. Une table de cuisson comporte couramment une à quatre voire cinq zones de cuisson prédéfinies dans un plan de cuisson s'étendant généralement sur une largeur d'environ 30cm, 60cm ou 90cm et une profondeur d'environ 51 cm.

[0039] A titre d'exemple non limitatif, les inducteurs 5 sont généralement de forme circulaire et le diamètre de chaque inducteur 5 est généralement compris entre 140 millimètres et 300 millimètres.

[0040] Un récipient dont le contenu doit être chauffé est placé sur le plan de cuisson au niveau de la sérigraphie de la zone de cuisson.

[0041] Certaines tables de cuisson à induction ne comportent pas de zones de cuisson prédéfinies et ne comportent donc pas de sérigraphie prédéfinissant telle ou telle zone de cuisson. Chaque zone ou foyer de cuisson étant déterminé au cas par cas en fonction de la position d'un récipient placé en vis-à-vis d'un sous-ensemble d'inducteurs 5. A titre d'exemple non limitatif, une telle table de cuisson à induction permet généralement de déterminer et d'activer jusqu'à cinq zones de cuisson simultanément pour chauffer cinq récipients disposés sur le plan de cuisson.

[0042] A titre d'exemple non limitatif, les inducteurs 5 de ces tables de cuisson à induction sont généralement de forme circulaire et le diamètre de chaque inducteur 5 peut être de l'ordre de 80 millimètres. Ces tables de cuisson à induction peuvent par exemple comporter environ 35 inducteurs 5.

[0043] Bien entendu, les inducteurs 5 pourraient être de forme différente, ils peuvent par exemple être réalisés par des bobinages rectangulaires ou triangulaires.

[0044] La table de cuisson à induction comporte des moyens d'interface avec l'utilisateur et des moyens d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5.

[0045] Les moyens d'interface avec l'utilisateur comportent d'une part des moyens d'affichage et d'autre part des moyens de sélection. Ils sont implantés sous le plan de cuisson en dehors des zones de cuisson et de façon telle que les moyens d'affichage soient visibles par l'utilisateur et que les moyens de sélection soient accessibles à l'utilisateur.

[0046] Les moyens d'affichage permettent par exemple d'indiquer l'état de fonctionnement de la table de cuisson à induction, comme par exemple le niveau de puissance de chauffe des zones de cuisson, d'éventuels défauts survenus et les fonctions activées. Ils peuvent être, à titre d'exemples non limitatifs, des indicateurs à diodes électroluminescentes, des afficheurs numériques de type sept segments, des afficheurs à cristaux liquides.

[0047] Les moyens de sélection peuvent être, à titre d'exemples non limitatifs, des molettes, des touches, des zones de réglage sensibles au glissement du doigt. Pour des raisons de facilité de nettoyage on trouve souvent des touches sensitives sur les tables de cuisson à induc-

tion.

[0048] Les moyens d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 comportent essentiellement au moins un dispositif à onduleur 7, un système d'alimentation 6 et un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7. Ces moyens d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 comportent de l'électronique de puissance et aussi de l'électronique basse tension, basse puissance de commande.

[0049] Les moyens d'interface avec l'utilisateur et les moyens d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 peuvent être implantés sur une même carte électronique ou, dans le cas le plus fréquent, sur des cartes électroniques séparées. La séparation des cartes électroniques permet d'optimiser le design et l'ergonomie en plaçant les moyens d'interface avec l'utilisateur à l'endroit le plus approprié pour l'utilisateur. La séparation des cartes permet aussi de réduire l'encombrement général de la table de cuisson à induction en plaçant les moyens d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 dans les espaces demeurés libres.

[0050] Selon le nombre d'emplacements de cuisson prévus, une table de cuisson à induction peut mettre en oeuvre plus d'une carte électronique comportant des moyens d'interface avec l'utilisateur et/ou plus d'une carte électronique comportant les moyens d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5.

[0051] Nous allons décrire tout d'abord en référence à la figure 1 un exemple de principe de réalisation d'un moyen d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 par un dispositif à onduleur 7 à topologie demi-pont d'une table de cuisson à induction adaptée à mettre en oeuvre le procédé de commande en fonctionnement selon un mode de réalisation de l'invention.

[0052] Cette figure est un schéma de principe qui, dans un souci de simplification, ne représente pas tous les composants d'un dispositif à onduleur 7 mais seulement ceux nécessaires à l'explication de l'invention.

[0053] La table de cuisson à induction est alimentée en énergie par la tension alternative V1 qui, dans cet exemple est monophasée.

[0054] La tension alternative V1 est reçue par le système d'alimentation 6 qui la redresse grâce aux quatre diodes 1, puis qui la filtre pour constituer la tension V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7. Les capacités de filtrage du système d'alimentation 6 ne sont pas représentées.

[0055] Le filtrage dans ce type de dispositif à onduleur 7 n'a pas pour vocation de créer un bus d'alimentation continue. Son rôle est de limiter la génération de perturbations électromagnétiques afin de contenir leur niveau à l'intérieur des gabarits réglementaires.

[0056] Le dispositif à onduleur 7 comporte les deux interrupteurs de puissance 2 et les capacités 3, il alimente l'inducteur 5.

[0057] Les deux interrupteurs de puissance 2 de cette topologie demi-pont sont montés en série. Ce montage en série est alimenté par la tension V2 et le point commun de ce montage en série alimente l'inducteur 5. L'autre extrémité de l'inducteur 5 est connectée au point commun des deux capacités 3 montées en série. Le montage en série de ces deux capacités 3 est alimenté par la tension V2.

[0058] Un moyen de commande non représenté du dispositif à onduleur 7 génère les deux signaux 4 de commande du dispositif à onduleur 7 qui pilotent les interrupteurs de puissance 2. Dans cet exemple, les interrupteurs de puissance 2 sont des transistors IGBT (acronyme du terme anglais 'Insulated Gate Bipolar Transistor', soit en français 'transistor bipolaire à grille isolée').

[0059] On va maintenant décrire en référence à la figure 2 un exemple de principe de réalisation d'un moyen d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 par un dispositif à onduleur 7 à topologie quasi-résonnante d'une table de cuisson à induction adaptée à mettre en oeuvre le procédé de commande en fonctionnement selon un mode de réalisation de l'invention.

[0060] La table de cuisson à induction est alimentée en énergie par la tension alternative V1 qui, dans cet exemple est monophasée.

[0061] Le système d'alimentation 6 est identique à celui de la figure 1.

[0062] Le dispositif à onduleur 7 comporte un interrupteur de puissance 2 et une capacité 3, il alimente l'inducteur 5.

[0063] La capacité 3 est montée en parallèle avec l'inducteur 5. Ce montage parallèle est lui-même monté en série avec l'interrupteur de puissance 2. L'ensemble est alimenté par la tension V2.

[0064] Le filtrage de cette tension V2 sert le même but que dans le cas du montage de la figure 1.

[0065] Un moyen de commande non représenté du dispositif à onduleur 7 génère le signal 4 de commande du dispositif à onduleur 7 qui pilote l'interrupteur de puissance 2. Dans cet exemple, l'interrupteur de puissance 2 est un transistor IGBT.

[0066] Que ce soit dans le cas de la figure 1 à topologie demi-pont ou dans le cas de la figure 2 à topologie quasi-résonnante, la tension V1 d'alimentation de la table de cuisson à induction provient habituellement du réseau de distribution électrique. Dans les modes de réalisation des figures 1 et 2, V1 est une tension monophasée de valeur efficace nominale comprise entre 220V et 240V et dont la fréquence nominale est 50Hz ou 60Hz.

[0067] Bien entendu, ces valeurs de tensions et de fréquences sont données à titre d'exemples nullement limitatifs et d'autres valeurs de tensions et/ou de fréquences peuvent être utilisées sans sortir du cadre de l'invention.

[0068] Sur une table de cuisson à induction comportant plusieurs zones de cuisson, chaque zone de cuisson comportant au moins un inducteur 5, il est possible d'utiliser un seul système d'alimentation 6 recevant la tension V1, un seul moyen de commande de dispositif à onduleur 7 et plusieurs dispositifs à onduleur 7.

[0069] Dans ce cas, la tension V2 produite par l'unique système d'alimentation 6 alimente chaque dispositif à

onduleur 7, et l'unique moyen de commande pilote indépendamment chaque dispositif à onduleur 7.

[0070] Chaque dispositif à onduleur 7 peut alimenter un seul inducteur 5, ou bien chaque dispositif à onduleur 7 peut alimenter plusieurs inducteurs 5 successivement et périodiquement par exemple grâce à un dispositif à relais.

[0071] La tension d'alimentation de la table de cuisson à induction peut être triphasée avec conducteur de neutre. Il est alors possible d'utiliser trois moyens d'alimentation et de commande alimentant chacun au moins un inducteur 5. Chacun des trois moyens d'alimentation et de commande étant alimenté entre une des trois phases et le neutre. Là encore, le système d'alimentation 6 de chacun des trois moyens d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 peut alimenter plusieurs dispositifs à onduleur 7 qui à leur tour, peuvent alimenter un inducteur 5 ou plusieurs inducteurs 5 successivement et périodiquement.

[0072] Par exemple, la table de cuisson à induction peut fonctionner sur un réseau triphasé avec conducteur de neutre dont la limite de courant est fixée à 16 Ampères par phase, ou bien encore sur un réseau monophasé dont la limite de courant est fixée à 16 Ampères ou bien 32 Ampères.

[0073] Une telle table de cuisson est ainsi capable de délivrer une puissance totale élevée, correspondant à la puissance délivrée par les trois phases débitant chacune 16 Ampères sous une tension de 230 Volts, soit environ 11040 Watts.

[0074] Chaque dispositif à onduleur 7 est commandé par une fréquence de commutation d'au moins un signal 4, ici réglable, qui permet de modifier la puissance instantanée restituée dans un récipient recouvrant au moins partiellement l'inducteur 5 ainsi alimenté.

[0075] Afin de délivrer la puissance correspondant à la consigne que l'utilisateur a sélectionnée pour chaque zone de cuisson, il est nécessaire de modifier périodiquement la commande des dispositifs à onduleur 7.

[0076] La modification 10 de la commande des dispositifs à onduleur 7 peut intervenir par exemple à chaque période de la tension d'alimentation de la table de cuisson à induction.

[0077] La modification 10 de la commande des dispositifs à onduleur 7 peut consister, outre à modifier la fréquence d'au moins un signal 4, à arrêter périodiquement le fonctionnement dudit au moins dispositif à onduleur 7 par exemple en interrompant la génération dudit au moins un signal 4 de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0078] L'arrêt du fonctionnement d'un dispositif à onduleur 7 entraîne l'arrêt du fonctionnement dudit au moins un inducteur 5 qu'il alimente.

[0079] A titre d'exemple, la fréquence de commutation dudit au moins un signal 4 de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 s'étend généralement d'environ 10kHz à environ 100kHz. Les fréquences minimales et maximales dépendent entre autres des caractéristiques électriques des interrupteurs de puissance 2 et des inducteurs 5.

[0080] La figure 6 représente le signal V3 synchronisé avec les passages par zéro de la tension alternative V1 d'alimentation de la table de cuisson à induction. Elle représente aussi sur la courbe f, la tension V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 au moment d'une modification 10 de la commande du dispositif à onduleur 7. La modification 10 de la commande du dispositif à onduleur 7 consiste dans cet exemple en une modification de la fréquence du signal 4 de commande du dispositif à onduleur 7. Compte tenu des fréquences (par exemple 50Hz pour le signal V3 et la tension alternative V1 dont la tension V2 est issue et 10kHz à 100kHz pour le signal 4), le signal 4 a une période environ 200 à 2000 fois plus courte que la période du signal V3 et de la tension alternative V1 dont la tension V2 est issue. Afin de faciliter la compréhension des figures, l'échelle entre les périodes des signaux V3 et V2 d'une part et du signal 4 d'autre part n'a pas été respectée. La représentation est choisie de telle sorte qu'elle montre bien l'instant du changement de fréquence du signal 4.

[0081] Chaque inducteur 5 du plan de cuisson est indépendant et peut fonctionner à une fréquence de commutation (ou période de découpage) distincte des fréquences de commutation des autres inducteurs 5.

[0082] On va décrire à présent un mode de réalisation du procédé de commande en fonctionnement d'une table de cuisson à induction, mis en oeuvre par au moins un moyen de commande intégré à la table de cuisson à induction et permettant notamment de générer ledit au moins un signal 4 de pilotage des interrupteurs de puissance 2 dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0083] Ledit au moins un moyen de commande utilise notamment des données de mesures physiques, telles que des données de mesure de la tension d'alimentation V2 dudit au moins un dispositif à onduleur 7 afin d'ajuster la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7. Ledit au moins un moyen de commande exploite aussi le signal V3 synchronisé avec les passages par zéro de la tension alternative V1 d'alimentation de la table de cuisson à induction.

[0084] Ainsi, comme illustré à la figure 3, la tension alternative V1 d'alimentation de la table de cuisson à induction est utilisée pour générer un signal V3 synchronisé avec les passages par zéro périodiques de la tension V1. Le signal V3 est un signal carré, dont le niveau de tension est adapté à l'utilisation par une unité de traitement dudit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7. Cette unité de traitement peut être par exemple, un microcontrôleur. Ce signal V3 présente un niveau logique haut pendant une demi-alternance de la tension V1 puis un niveau logique bas pendant la demi-alternance suivante de la tension V1. Les fronts de ce signal V3 sont utilisés pour cadencer certaines opérations réalisées par l'unité de traitement dudit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0085] L'invention vise un procédé de commande en fonctionnement d'une table de cuisson à induction comprenant au moins un dispositif à onduleur 7, chaque dispositif à onduleur 7 alimentant au moins un inducteur 5 dans un plan de cuisson de ladite table de cuisson à induction, ladite table de cuisson à induction comprenant au moins un moyen de commande, chaque moyen de commande étant apte à commander au moins un desdits dispositifs à onduleur 7, ladite table de cuisson à induction étant alimentée par une tension alternative V1 et comportant au moins un système d'alimentation 6 produisant une tension redressée et filtrée V2 à partir de ladite tension alternative V1, chaque système d'alimentation 6 alimentant au moins un desdits dispositifs à onduleur 7.

[0086] Ledit procédé de commande en fonctionnement comprend au moins l'étape suivante :

- modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 par ledit au moins un moyen de commande lorsque la valeur instantanée de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 est comprise entre le minima périodique et 20% de plus que ledit minima périodique.

[0087] La figure 4 représente la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 dans trois conditions de fonctionnement différentes de ladite table de cuisson à induction alimentée par une tension alternative V1. Dans les trois représentations temporelles de V2, on observe les minimas périodiques de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7.

[0088] La synchronisation de la modification 10 de la commande dudit dispositif à onduleur 7 par un moyen de commande du dispositif à onduleur 7 avec les minimas périodiques de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 permet de réduire, voire de supprimer les bruits générés par les modifications de la commande dudit dispositif à onduleur 7.

[0089] Ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 reçoit un signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de ladite tension alternative V1. Ladite modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 intervient avec un délai prédéterminé par rapport audit signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1.

[0090] La figure 4 représente temporellement plus d'une période du signal V3 synchronisé avec les passages par zéro périodiques de la tension V1. La figure 4 représente aussi, selon le même axe des temps, ladite tension V2 dans trois conditions de fonctionnement différentes de ladite table de cuisson à induction. Dans les trois représentations de V2, on observe les minimas périodiques de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7. Les minimas de V2 sont espacés de la même durée que la durée séparant deux fronts successifs du signal V3 synchronisé avec les passages par zéro périodiques de la tension V1.

[0091] Ainsi, la modification 10 de la commande dudit dispositif à onduleur 7 par un moyen de commande du dispositif à onduleur 7 lors des minimas périodiques de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 peut être réalisée à la suite de chaque front du signal V3 synchronisé avec les passages par zéro périodiques de la tension V1.

[0092] Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, la modification 10 de la commande dudit dispositif à onduleur 7 par un moyen de commande du dispositif à onduleur 7 intervient au plus un front sur deux. C'est-à-dire que ladite modification intervient au plus, soit après chaque front montant, soit après chaque front descendant dudit signal V3, mais pas après chaque front dudit signal V3.

[0093] Dans les trois conditions de fonctionnement de la table de cuisson à induction représentés sur la figure 4 par les courbes a, b et c de la tension V2, les minimas de V2 surviennent avec des délais t1, t2 et t3 par rapport aux fronts du signal V3 synchronisé avec les passages par zéro périodiques de la tension V1.

[0094] Ainsi, en identifiant pendant la phase de conception de ladite table de cuisson à induction la série complète de délais t1, t2, t3 séparant les fronts du signal V3 des minimas de la tension V2 pour les différentes conditions de fonctionnement de la table de cuisson à induction, il est possible de mémoriser ladite série complète de délais t1, t2, t3 dans l'unité de traitement du moyen de commande du dispositif à onduleur 7 et de programmer ladite unité de traitement de sorte à ce qu'elle modifie la commande dudit dispositif à onduleur 7 conformément à cette série complète de délais t1, t2, t3 mémorisée.

[0095] En pratique, pour les dispositifs à onduleur 7 partageant le même système d'alimentation 6, ledit délai prédéterminé de modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 dépend du nombre de dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement.

[0096] Sur une table de cuisson à induction comportant plusieurs zones de cuisson, chaque zone de cuisson comportant au moins un inducteur 5, le moyen de commande peut piloter plusieurs dispositifs à onduleur 7 alimentés par un même système d'alimentation.

[0097] L'unité de traitement dudit moyen de commande a connaissance du nombre d'inducteurs 5 en fonctionnement, et elle a en mémoire la liste complète des délais à appliquer par rapport au signal V3 de synchronisation pour la modification des commandes des dispositifs à onduleur 7 qu'elle contrôle. Cette liste desdits délais à appliquer pour la modification 10 de la commande des dispositifs à onduleur 7 est organisée selon le nombre de dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement. A titre d'exemple non limitatif, les délais t1, t2 et t3 peuvent être t1 = 750μs, t2 = 500μs et t3 = 250μs.

[0098] t1 est utilisé au démarrage d'un dispositif à on-

duleur 7 alors qu'aucun dispositif à onduleur 7 n'est en fonctionnement.

[0099] t1 est aussi utilisé lors de la modification 10 de la commande d'un dispositif à onduleur 7 lorsqu'un seul dispositif à onduleur 7 est en fonctionnement.

[0100] t2 est utilisé lors de la modification 10 de la commande des dispositifs à onduleur 7 lorsque deux dispositifs à onduleur 7 sont en fonctionnement.

[0101] t3 est utilisé lors de la modification 10 de la commande des dispositifs à onduleur 7 lorsque trois dispositifs à onduleur 7 sont en fonctionnement.

[0102] Le décalage entre les fronts du signal V3 synchronisé avec les passages par zéro périodiques de la tension V1 et les minimas de la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 est variable. Il dépend notamment du nombre d'inducteurs 5 en fonctionnement et de la puissance fournie à chaque inducteur 5. A puissance donnée par inducteur 5, le délai à appliquer entre un front du signal V3 et la modification 10 de la commande des dispositifs à onduleur 7 est prédéterminé en fonction du nombre d'inducteurs 5 en fonctionnement qui sont alimentés par le même système d'alimentation 6.

[0103] Il est ainsi possible de réduire voire d'éliminer les bruits générés par les modifications des commandes du ou des dispositifs à onduleur 7 en effectuant lesdites modifications selon des délais par rapport au signal V3 de synchronisation qui correspondent à des minimas de la tension V2 d'alimentation du ou des dispositifs à onduleur 7.

[0104] Pour les dispositifs à onduleur 7 partageant le même système d'alimentation 6, ledit délai prédéterminé de modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 dépend de la puissance délivrée par ledit système d'alimentation 6.

[0105] Avantageusement, l'unité de traitement dudit moyen de commande détermine la puissance délivrée par ledit système d'alimentation en mesurant par exemple le courant débité par ledit système d'alimentation et la tension fournie par ledit système d'alimentation et en calculant la puissance sur la base des valeurs mesurées de courant et de tension.

[0106] En fonction de la valeur de puissance calculée, l'unité de traitement dudit moyen de commande sélectionne ensuite ledit délai prédéterminé de modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 en utilisant par exemple une table prédéterminée et mémorisée de couples de valeurs associant une valeur de puissance à une valeur de délai prédéterminé de modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0107] La puissance délivrée par ledit système d'alimentation peut être déterminée par d'autres moyens, par exemple et à titre d'exemples non limitatifs en se basant sur la consigne de puissance sélectionnée par l'utilisateur pour chacune des zones de cuisson alimentées par ledit système d'alimentation ou bien encore en se basant sur la fréquence de commutation des dispositifs à onduleur.

[0108] A consigne de puissance donnée pour les dispositifs à onduleur 7 partageant le même système d'alimentation 6, ledit délai prédéterminé de modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 est une fonction décroissante du nombre de dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement.

[0109] De plus, à consigne de puissance donnée pour les dispositifs à onduleur 7 partageant le même système d'alimentation 6, ledit délai prédéterminé de modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 est constant à partir de trois dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement.

[0110] Avantageusement, l'unité de traitement dudit moyen de commande a en mémoire une liste de trois délais dont les valeurs sont décroissantes.

[0111] Considérons un moyen d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 comportant un système d'alimentation 6 et au moins un dispositif à onduleur 7. Lorsqu'un seul inducteur 5 est en fonctionnement, un seul dispositif à onduleur 7 est en fonctionnement et la plus grande des trois valeurs de délai mémorisées sera utilisée par l'unité de traitement pour appliquer la modification 10 de la commande du dispositif à onduleur 7 en fonctionnement à l'instant correspondant au minima périodique de la tension V2 d'alimentation dudit dispositif à onduleur 7.

[0112] Dans le cas d'un moyen d'alimentation et de commande d'au moins un inducteur 5 comportant un système d'alimentation 6 et plusieurs dispositifs à onduleur 7 dont deux sont en fonctionnement pour alimenter chacun au moins un inducteur 5, la seconde plus grande valeur de délai sera utilisée par l'unité de traitement pour appliquer la modification des commandes des dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement.

[0113] Dans la même configuration que dans le paragraphe précédent, lorsqu'au moins trois dispositifs à onduleur 7 sont en fonctionnement, la troisième plus grande valeur de délai sera utilisée par l'unité de traitement pour appliquer la modification des commandes des dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement.

[0114] Le décalage entre les fronts du signal V3 synchronisé avec les passages par zéro périodiques de la tension V1 et les minimas de la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 dépend notamment du nombre d'inducteurs 5 en fonctionnement. A puissance donnée par inducteur 5, plus il y a d'inducteurs en fonctionnement, qui sont alimentés par des dispositifs à onduleur 7 partageant le même système d'alimentation 6, plus ledit décalage décroît.

[0115] Ledit décalage est constant à partir d'un certain nombre de dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement. Dans le mode de réalisation décrit, ledit décalage est constant à partir de trois dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement.

[0116] Selon la conception de la table de cuisson à induction, entre autres selon la conception des dispositifs à onduleur 7 et des inducteurs 5, le nombre de dispositifs

à onduleur 7 en fonctionnement à partir duquel ledit décalage est constant peut être différent sans sortir du cadre de l'invention.

[0117] L'unité de traitement dudit moyen de commande a en mémoire la liste complète des délais à appliquer par rapport au signal V3 de synchronisation pour la modification des commandes des dispositifs à onduleur 7 qu'elle contrôle. Avantageusement, le nombre desdits délais à appliquer pour la modification 10 de la commande des dispositifs à onduleur 7 contenu dans cette liste peut être égal au nombre de dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement à partir duquel ledit décalage est constant.

[0118] Selon un perfectionnement avantageux de l'invention ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 comporte un dispositif de mesure de la valeur instantanée de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0119] Ainsi, l'unité de traitement dudit moyen de commande du dispositif à onduleur 7 est à même de connaître en temps réel le niveau de tension V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7.

[0120] Avantageusement, la valeur minimale prise par ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 au cours d'une demi-période ou d'une période du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1 est déterminée régulièrement.

[0121] La tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 est représentée sur deux courbes d et e de la figure 5 dans deux conditions de fonctionnement différentes de ladite table de cuisson à induction alimentée par une tension alternative V1.

[0122] Dans les deux représentations temporelles d et e de V2, nous observons que les minimas périodiques de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 atteignent une valeur inférieure à un seuil S1 pour le cas de fonctionnement représenté en d, et une valeur supérieure au seuil S1 pour le cas de fonctionnement représenté en e.

[0123] Ces variations des valeurs minimales de la tension V2 d'alimentation du dispositif à onduleur 7 proviennent de changements dans les conditions de fonctionnement de la table de cuisson à induction. Sur la courbe d, la puissance délivrée par la table de cuisson à induction est supérieure à la puissance délivrée par la table de cuisson à induction sur la courbe e.

[0124] Selon un perfectionnement avantageux de l'invention, la valeur minimale de ladite tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 est déterminée au cours de la demi-période ou de la période du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1 précédant la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0125] Ainsi, la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur a lieu à un moment où la valeur minimale de la tension redressée et filtrée V2 est connue.

[0126] Lorsque ladite valeur minimale de la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation d'au moins deux dispositifs à onduleur 7 est inférieure à un seuil prédéterminé S1, les commandes desdits au moins deux dispositifs à onduleur 7 sont stoppées avant d'être redémarrées simultanément en étant modifiées ou non.

[0127] Dans le cas d'un moyen d'alimentation et de commande de plusieurs inducteurs 5 comportant un système d'alimentation 6, un moyen de commande et plusieurs dispositifs à onduleur 7 dont au moins deux sont en fonctionnement pour alimenter chacun au moins un inducteur 5, le fait de stopper les commandes des dispositifs à onduleur 7 puis de les redémarrer au même instant, à pour effet de resynchroniser toutes les commandes des dispositifs à onduleur 7 en fonctionnement qui sont alimentés par le même système d'alimentation 6. Ceci permet une meilleure stabilité de fonctionnement des dispositifs à onduleur 7 tout en évitant la génération de bruits lors de la modification des commandes.

[0128] Ledit seuil prédéterminé S1 de comparaison à ladite valeur minimale de la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 est compris entre 30V et 40V, et vaut préférentiellement 35V.

[0129] Ainsi, la resynchronisation des commandes des dispositifs à onduleur 7 se produit sans générer de bruit pour l'utilisateur.

[0130] Dans un second mode de réalisation, le moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 détermine l'instant auquel il applique la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 non pas sur la base d'un délai prédéterminé mais en utilisant l'information du dispositif de mesure de la valeur instantanée de la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0131] Pour cela, le moyen de commande détecte en temps réel le minimum périodique de la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7. Lorsque ledit minimum périodique est détecté, le moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 modifie la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7.

[0132] Une variante de ce mode de réalisation prévoit qu'au cours d'une demi-période, respectivement d'une période, du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1, la durée qui sépare le début de ladite demi-période, respectivement de ladite période, de l'instant où la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 prend sa valeur minimale est déterminée et mémorisée, et en ce que la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 est appliquée à l'issue de ladite durée déterminée et mémorisée après le début d'une demi-période, respectivement d'une période, suivante du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1.

[0133] Avantageusement, le moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 utilise le dispositif de mesure de la valeur instantanée de la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 pour prendre des mesures successives de ladite tension V2 de sorte à déterminer l'instant auquel la tension redressée et filtrée V2 prend sa valeur minimale.

[0134] Ainsi, l'instant d'application de la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 est déterminé par rapport aux conditions de fonctionnement courantes de ladite table de cuisson à induction.

[0135] En particulier, en procédant de cette manière, l'instant d'application de la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 varie selon le nombre de dispositifs à onduleur 7 alimentés par le même système d'alimentation 6 à ce moment-là et selon la puissance délivrée par ledit système d'alimentation 6.

[0136] La périodicité de ces opérations peut être plus ou moins fréquente sans sortir du cadre de l'invention.

[0137] Elles peuvent être, par exemple, réalisées à chaque période du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1. Dans ce cas, la détermination de l'instant où la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 prend sa valeur minimale peut être réalisée lors de la première demi-période du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1 et la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 peut être réalisée lors la seconde demi-période du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1.

[0138] Dans un autre exemple, elles peuvent être réalisées toutes les deux périodes du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1. Dans ce cas, la détermination de l'instant où la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 prend sa valeur minimale peut être réalisée lors d'une première période du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1 et la modification 10 de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 peut être réalisée lors de la période suivante du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1.

[0139] Ces opérations peuvent aussi être réalisées moins souvent et la durée entre le début de la demi-période, respectivement de la période, du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1 et l'instant où la tension redressée et filtrée V2 d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur 7 prend sa valeur minimale peut par exemple être déterminée plusieurs fois sur plusieurs demi-périodes ou sur plusieurs périodes du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1 et être moyennée. C'est alors la valeur moyennée qui est utilisée pour appliquer la modification de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur 7 lors d'une demi-période ou d'une période suivante du signal V3 synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative V1.

[0140] La période de répétition de ces opérations dépend notamment des besoins de la régulation de puissance. La période de répétition doit être suffisamment courte pour garantir une régulation de puissance suffisamment performante.

[0141] La présente invention concerne également selon un second aspect une table de cuisson à induction comprenant au moins un dispositif à onduleur 7, chaque dispositif à onduleur 7 alimentant au moins un inducteur 5 dans un plan de cuisson de ladite table de cuisson à induction, ladite table de cuisson à induction comprenant au moins un moyen de commande, chaque moyen de commande étant apte à commander au moins un desdits dispositifs à onduleur 7, ladite table de cuisson à induction étant alimentée par une tension alternative V1 et comportant au moins un système d'alimentation 6 produisant une tension redressée et filtrée V2 à partir de ladite tension alternative V1, chaque système d'alimentation 6 alimentant au moins un desdits dispositifs à onduleur 7. Ledit au moins un moyen de commande est adapté à mettre en oeuvre le procédé de commande en fonctionnement conforme à l'invention.

[0142] Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits précédemment.

[0143] En particulier, la présente invention n'est pas limitée en nombre d'inducteurs 5 dans le plan de cuisson de la table de cuisson à induction.

[0144] Il en est de même du nombre de zones de chauffe prédéfinies ou pouvant être définies au cas par cas sur le plan de cuisson à partir de la position d'un récipient recouvrant un sous-ensemble d'inducteurs 5.

Revendications

1. Procédé de commande en fonctionnement d'une table de cuisson à induction comprenant au moins un dispositif à onduleur (7), chaque dispositif à onduleur (7) alimentant au moins un inducteur (5) dans un plan de cuisson de ladite table de cuisson à induction, ladite table de cuisson à induction comprenant au moins un moyen de commande, chaque moyen de commande étant apte à commander au moins un desdits dispositifs à onduleur (7), ladite table de cuisson à induction étant alimentée par une tension alternative (V1) et comportant au moins un système d'alimentation (6) produisant une tension redressée et filtrée (V2) à partir de ladite tension alternative (V1), chaque système d'alimentation (6) alimentant au moins un desdits dispositifs à onduleur (7), **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins l'étape suivante :

   - modification (10) de la commande dudit au

moins un dispositif à onduleur (7) par ledit au moins un moyen de commande lorsque la valeur instantanée de ladite tension redressée et filtrée (V2) d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur (7) est comprise entre le minima périodique et 20% de plus que ledit minima périodique ; ladite modification de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur désignant le démarrage, la modification de la fréquence ou du rapport cyclique, ou l'arrêt du ou des signaux de commande dudit au moins un dispositif à onduleur ; ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) reçoit un signal (V3) synchronisé avec le passage par zéro de ladite tension alternative (V1), et ladite modification (10) de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) intervient avec un délai par rapport audit signal (V3) synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative (V1).

2. Procédé de commande en fonctionnement conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit délai par rapport audit signal (V3) synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative (V1) est un délai prédéterminé.

3. Procédé de commande en fonctionnement conforme à la revendication 2, **caractérisé en ce que** pour les dispositifs à onduleur (7) partageant le même système d'alimentation (6), ledit délai prédéterminé de modification (10) de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) dépend du nombre de dispositifs à onduleur (7) en fonctionnement.

4. Procédé de commande en fonctionnement conforme à la revendication 2 ou à la revendication 3, **caractérisé en ce que** pour les dispositifs à onduleur (7) partageant le même système d'alimentation (6), ledit délai prédéterminé de modification (10) de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) dépend de la puissance délivrée par ledit système d'alimentation (6).

5. Procédé de commande en fonctionnement conforme à l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** à consigne de puissance donnée pour les dispositifs à onduleur (7) partageant le même système d'alimentation (6), ledit délai prédéterminé de modification (10) de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) est une fonction décroissante du nombre de dispositifs à onduleur (7) en fonctionnement.

6. Procédé de commande en fonctionnement conforme à l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** à consigne de puissance donnée pour les dispositifs à onduleur (7) partageant le même système d'alimentation (6), ledit délai prédéterminé de modification (10) de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) est constant à partir de trois dispositifs à onduleur (7) en fonctionnement.

7. Procédé de commande en fonctionnement conforme à l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit au moins un moyen de commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) comporte un dispositif de mesure de la valeur instantanée de ladite tension redressée et filtrée (V2) d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur (7).

8. Procédé de commande en fonctionnement conforme à la revendication 7, **caractérisé en ce que** la valeur minimale prise par ladite tension redressée et filtrée (V2) d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur (7) au cours d'une demi-période ou d'une période du signal (V3) synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative (V1) est déterminée régulièrement.

9. Procédé de commande en fonctionnement conforme à la revendication 7 ou à la revendication 8, **caractérisé en ce que** la valeur minimale de ladite tension redressée et filtrée (V2) d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur (7) est déterminée au cours de la demi-période ou de la période du signal (V3) synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative (V1) précédant la modification (10) de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7).

10. Procédé de commande en fonctionnement conforme à l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** au cours d'une demi-période, respectivement d'une période, du signal (V3) synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative (V1), la durée qui sépare le début de ladite demi-période, respectivement de ladite période, de l'instant où la tension redressée et filtrée (V2) d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur (7) prend sa valeur minimale est déterminée et mémorisée, et **en ce que** la modification (10) de la commande dudit au moins un dispositif à onduleur (7) est appliquée à l'issue de ladite durée déterminée et mémorisée après le début d'une demi-période, respectivement d'une période, suivante du signal (V3) synchronisé avec le passage par zéro de la tension alternative (V1).

11. Procédé de commande en fonctionnement conforme à l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** lorsque ladite valeur minimale de la tension redressée et filtrée (V2) d'alimentation d'au moins deux dispositifs à onduleur (7) est inférieure à un seuil prédéterminé (S1), les commandes desdits au moins deux dispositifs à onduleur (7) sont

stoppées avant d'être redémarrées simultanément en étant modifiées ou non.

12. Procédé de commande en fonctionnement conforme à la revendication 11, **caractérisé en ce que** ledit seuil prédéterminé (S1) de comparaison à ladite valeur minimale de la tension redressée et filtrée (V2) d'alimentation dudit au moins un dispositif à onduleur (7) est compris entre 30V et 40V, et vaut préférentiellement 35V.

13. Table de cuisson à induction comprenant au moins un dispositif à onduleur (7), chaque dispositif à onduleur (7) alimentant au moins un inducteur (5) dans un plan de cuisson de ladite table de cuisson à induction, ladite table de cuisson à induction comprenant au moins un moyen de commande, chaque moyen de commande étant apte à commander au moins un desdits dispositifs à onduleur (7), ladite table de cuisson à induction étant alimentée par une tension alternative (V1) et comportant au moins un système d'alimentation (6) produisant une tension redressée et filtrée (V2) à partir de ladite tension alternative (V1), chaque système d'alimentation (6) alimentant au moins un desdits dispositifs à onduleur (7), **caractérisée en ce que** ledit au moins un moyen de commande est adapté à mettre en oeuvre le procédé de commande en fonctionnement conforme à l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Betriebssteuerung einer Induktionskochplatte, umfassend mindestens eine Wechselrichtervorrichtung (7), wobei jede Wechselrichtervorrichtung (7) mindestens einen Induktor (5) auf einem Kochfeld der besagten Induktionskochplatte versorgt und besagte Induktionskochplatte mindestens ein Steuermittel umfasst und jedes Steuermittel geeignet ist für das Steuern von mindestens einer der besagten Wechselrichtervorrichtungen (7), wobei besagte Induktionskochplatte über eine Wechselspannung (V1) versorgt wird und mindestens ein Versorgungssystem (6) umfasst, das eine gleichgerichtete und gefilterte Spannung (V2) ausgehend von besagter Wechselspannung (V1) erzeugt und wobei jedes Versorgungssystem (6) mindestens eine der besagten Wechselrichtervorrichtungen (7) versorgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens folgenden Schritt umfasst:

- Änderung (10) der Steuerung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) durch besagtes mindestens eine Steuermittel, wenn der Momentanwert von besagter gleichgerichteter und gefilterter Spannung (V2) der Versorgung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) zwischen dem periodischen Minimalwert und einem Wert 20 % über dem besagten periodischen Minimalwert liegt; wobei besagte Änderung der Steuerung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung das Einschalten, das Ändern der Frequenz oder des zyklischen Verhältnisses oder das Anhalten von dem oder den Steuerungssignalen der besagten mindestens einen Wechselrichtervorrichtung bezeichnet; wobei das besagte mindestens eine Steuermittel der besagten mindestens einen Wechselrichtervorrichtung (7) ein Signal (V3) empfängt, das synchronisiert ist mit dem Nulldurchgang der besagten Wechselspannung (V1), und besagte Änderung (10) der Steuerung der besagten mindestens einen Wechselrichtervorrichtung (7) mit einer Verzögerung im Verhältnis zum besagten Signal (V3) eintritt, das mit dem Nulldurchgang der Wechselspannung (V1) synchronisiert ist.

2. Verfahren zur Betriebssteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagte Verzögerung im Verhältnis zum besagten Signal (V3), das mit dem Nulldurchgang der Wechselspannung (V1) synchronisiert ist, eine vorgegebene Verzögerung ist.

3. Verfahren zur Betriebssteuerung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Wechselrichtervorrichtungen (7), welche das gleiche Versorgungssystem (6) teilen, besagte vorgegebene Verzögerung der Änderung (10) der Steuerung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) abhängig ist von der Anzahl der sich im Betrieb befindlichen Wechselrichtervorrichtungen (7).

4. Verfahren zur Betriebssteuerung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Wechselrichtervorrichtungen (7), welche das gleiche Versorgungssystem (6) teilen, besagte vorgegebene Verzögerung der Änderung (10) der Steuerung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) abhängig ist von der von besagtem Versorgungssystem (6) abgegebenen Leistung.

5. Verfahren zur Betriebssteuerung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei gegebener Sollwertleistung für die Wechselrichtervorrichtungen (7), welche das gleiche Versorgungssystem (6) teilen, besagte vorgegebene Verzögerung der Änderung (10) der Steuerung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) eine abnehmende Anzahl von sich im Betrieb befindlichen Wechselrichtervorrichtungen (7) ist.

6. Verfahren zur Betriebssteuerung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

bei gegebener Sollwertleistung für die Wechselrichtervorrichtungen (7), welche das gleiche Versorgungssystem (6) teilen, besagte vorgegebene Verzögerung der Änderung (10) der Steuerung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) konstant ist, wenn sich mindestens drei Wechselrichtervorrichtungen (7) im Betrieb befinden.

7. Verfahren zur Betriebssteuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagtes mindestens eine Steuermittel von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) eine Vorrichtung zur Messung des Momentanwertes der besagten gleichgerichteten und gefilterten Spannung (V2) der Versorgung der besagten mindestens einen Wechselrichtervorrichtung (7) umfasst.

8. Verfahren zur Betriebssteuerung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gemessene Mindestwert von besagter gleichgerichteter und gefilterter Spannung (V2) der Versorgung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) während der halben Periode oder der Periode des Signals (V3), das mit dem Nulldurchgang der Wechselspannung (V1) synchronisiert ist, regelmäßig bestimmt wird.

9. Verfahren zur Betriebssteuerung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mindestwert der besagten gleichgerichteten und gefilterten Spannung (V2) von der Versorgung besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) bestimmt wird im Verlauf der halben Periode oder der Periode des Signals (V3), das mit dem Nulldurchgang der Wechselspannung (V1) synchronisiert ist, vor der Änderung (10) der Steuerung von besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7).

10. Verfahren zur Betriebssteuerung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** während einer halben Periode bzw. während einer Periode des Signals (V3), das mit dem Nulldurchgang der Wechselspannung (V1) synchronisiert ist, die Dauer zwischen dem Beginn besagter halber Periode bzw. besagter Periode und dem Moment, in dem die gleichgerichtete und gefilterte Spannung (V2) der Versorgung besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) ihren Mindestwert annimmt, bestimmt und gespeichert wird, und dass die Änderung (10) der Steuerung besagter mindestens einer Wechselrichtervorrichtung (7) nach besagter bestimmter und gespeicherter Dauer nach dem Beginn einer halben Periode bzw. einer Periode angewendet wird, gefolgt vom Signal (V3), das mit dem Nulldurchgang der Wechselspannung (V1) synchronisiert ist.

11. Verfahren zur Betriebssteuerung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn besagter Mindestwert der gleichgerichteten und gefilterten Spannung (V2) der Versorgung von mindestens zwei Wechselrichtervorrichtungen (7) kleiner ist als ein vorgegebener Wert (S1), die Steuerungen besagter mindestens zweier Wechselrichtervorrichtungen (7) gestoppt werden, bevor sie gleichzeitig wieder gestartet werden, unabhängig davon ob sie geändert wurden oder nicht.

12. Verfahren zur Betriebssteuerung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagter vorgegebener Wert (S1) zum Vergleich von besagtem Mindestwert der gleichgerichteten und gefilterten Spannung (V2) der Versorgung der besagten mindestens einen Wechselrichtervorrichtung (7) zwischen 30 V und 40 V beträgt und vorzugsweise 35 V.

13. Induktionskochplatte, umfassend mindestens eine Wechselrichtervorrichtung (7), wobei jede Wechselrichtervorrichtung (7) mindestens einen Induktor (5) auf einem Kochfeld der besagten Induktionskochplatte versorgt und besagte Induktionskochplatte mindestens ein Steuermittel umfasst und jedes Steuermittel geeignet ist für das Steuern von mindestens einer der besagten Wechselrichtervorrichtungen (7), wobei besagte Induktionskochplatte über eine Wechselspannung (V1) versorgt wird und mindestens ein Versorgungssystem (6) umfasst, das eine gleichgerichtete und gefilterte Spannung (V2) ausgehend von besagter Wechselspannung (V1) erzeugt und wobei jedes Versorgungssystem (6) mindestens eine der besagten Wechselrichtervorrichtungen (7) versorgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagtes mindestens eine Steuermittel ausgelegt ist zum Durchführen des Verfahrens zur Betriebssteuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. A method for controlling the operation of an induction cooking hob comprising at least one inverter device (7), each inverter device (7) powering at least one inductor (5) in a cooking plan of said induction cooking hob, said induction cooking hob comprising at least one control means, each control means being able to control at least one of said inverter devices (7), said induction cooking hob being powered by an alternating voltage (V1) and comprising at least one power supply system (6) producing a rectified and filtered voltage (V2) from said alternating voltage (V1), each power supply system (6) powering at least one of said inverter devices (7), **characterized in that** it comprises at least the following step:

- the modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7) by said at least one control means when the instantaneous value of said rectified and filtered voltage (V2) supplying said at least one inverter device (7) is between the periodic minimum and 20% more than said periodic minimum; said modifying of the control of said at least one inverter device designating the starting, the modifying of the frequency or the duty cycle, or the stopping of the control signal(s) of said at least one inverter device; said at least one control means of said at least one inverter device (7) receives a signal (V3) synchronized with the zero crossing of said alternating voltage (V1), and said modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7) occurs with a time delay relative to said signal (V3) synchronized with the zero crossing of said alternating voltage (V1).

2. A method for controlling operation according to claim 1, **characterized in that** said time delay relative to said signal (V3) synchronized with the zero crossing of said alternating voltage (V1) is a predetermined time delay.

3. A method for controlling operation according to claim 2, **characterized in that** for the inverter devices (7) that share the same power supply system (6), said predetermined time delay of the modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7) depends on the number of inverter devices (7) in operation.

4. A method for controlling operation according to claim 2 or claim 3, **characterized in that** for the inverter devices (7) that share the same power supply system (6), said predetermined time delay of the modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7) depends on the power delivered by said power supply system (6).

5. A method for controlling operation according to one of the claims 2 to 4, **characterized in that** at a given power setpoint for the inverter devices (7) sharing the same power supply system (6), said predetermined time delay of the modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7) is a decreasing function of the number of inverter devices (7) in operation.

6. A method for controlling operation according to one of the claims 2 to 5, **characterized in that** at a given power setpoint for the inverter devices (7) sharing the same power supply system (6), said predetermined time delay of the modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7) is constant starting from three inverter devices (7) in operation.

7. A method for controlling operation according to any one of the preceding claims, **characterized in that** said at least one control means of said at least one inverter device (7) comprises a device for measuring the instantaneous value of said rectified and filtered voltage (V2) supplying said at least one inverter device (7).

8. A method for controlling operation according to claim 7, **characterized in that** the minimum value taken by said rectified and filtered voltage (V2) supplying said at least one inverter device (7) during a half-period or whole period of the signal (V3) synchronized with the zero crossing of the alternating voltage (V1) is determined regularly.

9. A method for controlling operation according to claim 7 or claim 8, **characterized in that** the minimum value of said rectified and filtered voltage (V2) supplying said at least one inverter device (7) is determined during the half-period or whole period of the signal (V3) synchronized with the zero crossing of the alternating voltage (V1) prior to the modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7).

10. A method for controlling operation according to one of the claims 7 to 9, **characterized in that** during a half-period, or respectively a whole period, of the signal (V3) synchronized with the zero crossing of the alternating voltage (V1), the duration that separates the start of said half-period, or respectively said whole period, from the moment when the rectified and filtered voltage (V2) supplying said at least one inverter device (7) takes its minimum value, is determined and saved, and **in that** the modifying (10) of the control of said at least one inverter device (7) is applied at the end of said duration determined and saved after the start of a following half-period, or respectively whole period, of the signal (V3) synchronized with the zero crossing of the alternating voltage (V1).

11. A method for controlling operation according to one of the claims 8 to 10, **characterized in that** when said minimum value of the rectified and filtered voltage (V2) supplying said at least two inverter devices (7) is below a predetermined threshold (S1), the controls of said at least two inverter devices (7) are stopped before being simultaneously restarted, whether said controls are modified or not.

12. A method for controlling operation according to claim 11, **characterized in that** said predetermined threshold (S1) for comparing said minimum value of the rectified and filtered voltage (V2) supplying said at least one inverter device (7) is between 30V and 40V, and is preferentially equal to 35V.

13. An induction cooking hob comprising at least one inverter device (7), each inverter device (7) powering at least one inductor (5) in a cooking plan of said induction cooking hob, said induction cooking hob comprising at least one control means, each control means being able to control at least one of said inverter devices (7), said induction cooking hob being powered by an alternating voltage (V1) and comprising at least one power supply system (6) producing a rectified and filtered voltage (V2) from said alternating voltage (V1), each power supply system (6) powering at least one of said inverter devices (7), **characterized in that** said at least one control means is adapted to implement the method for controlling operation according to any one of the preceding claims.

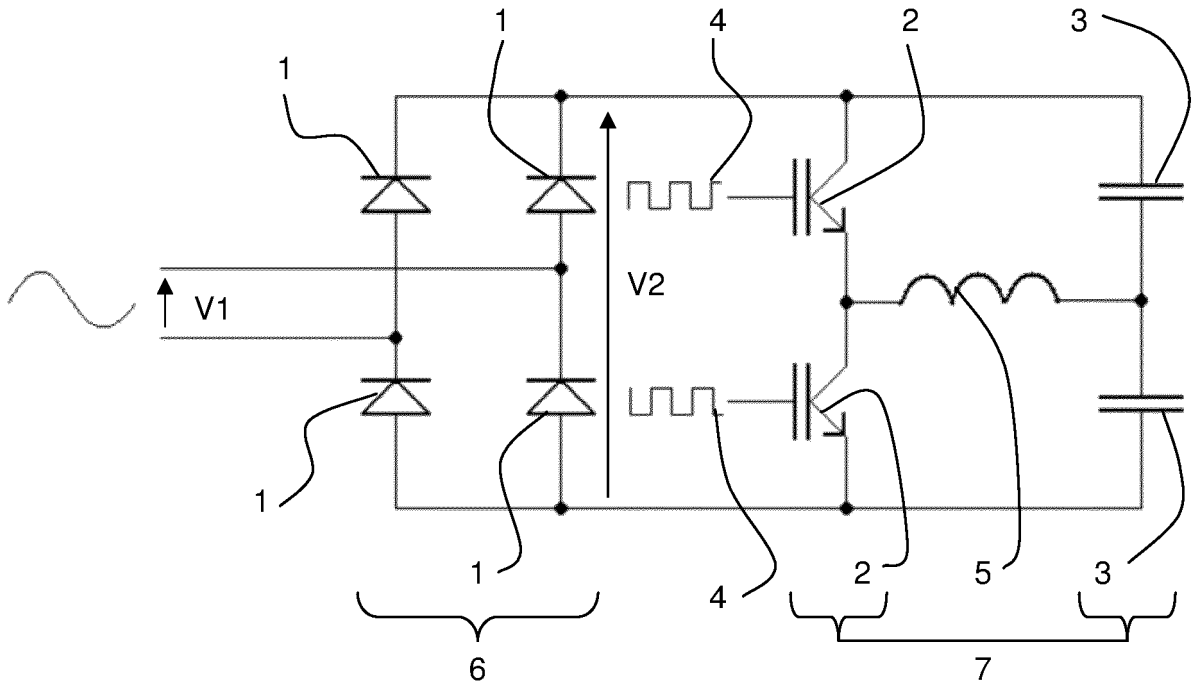


Figure 1

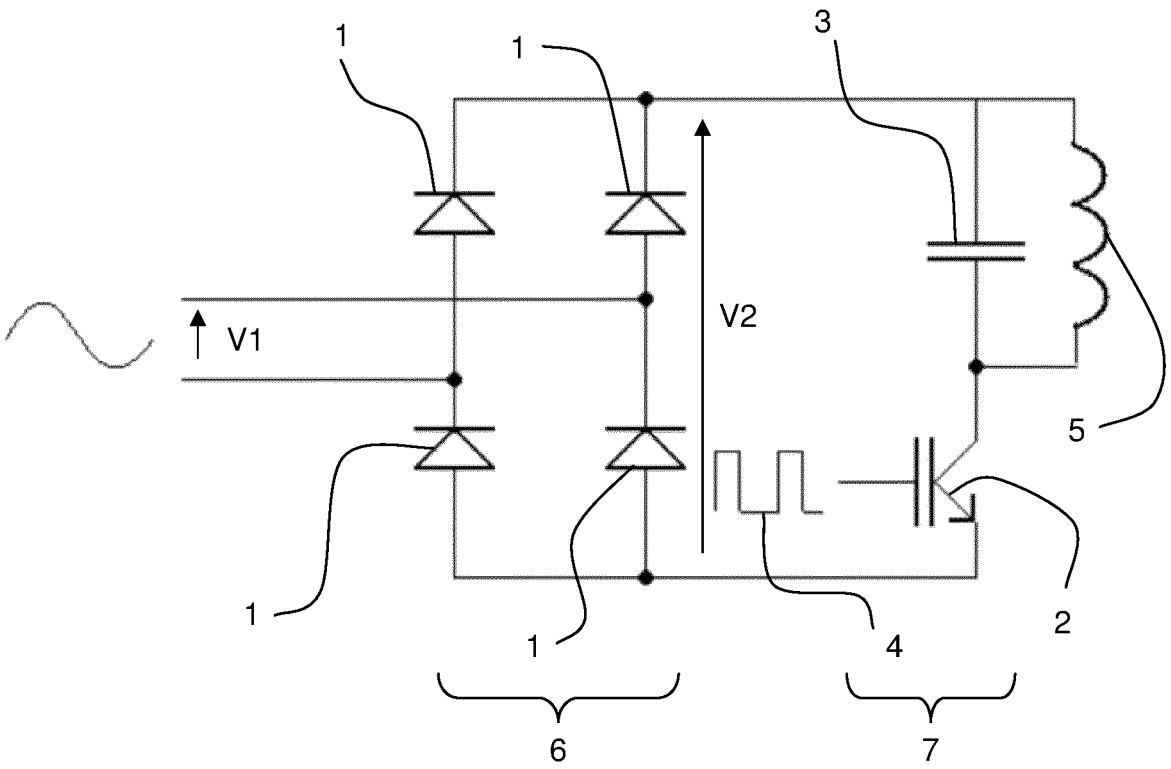


Figure 2

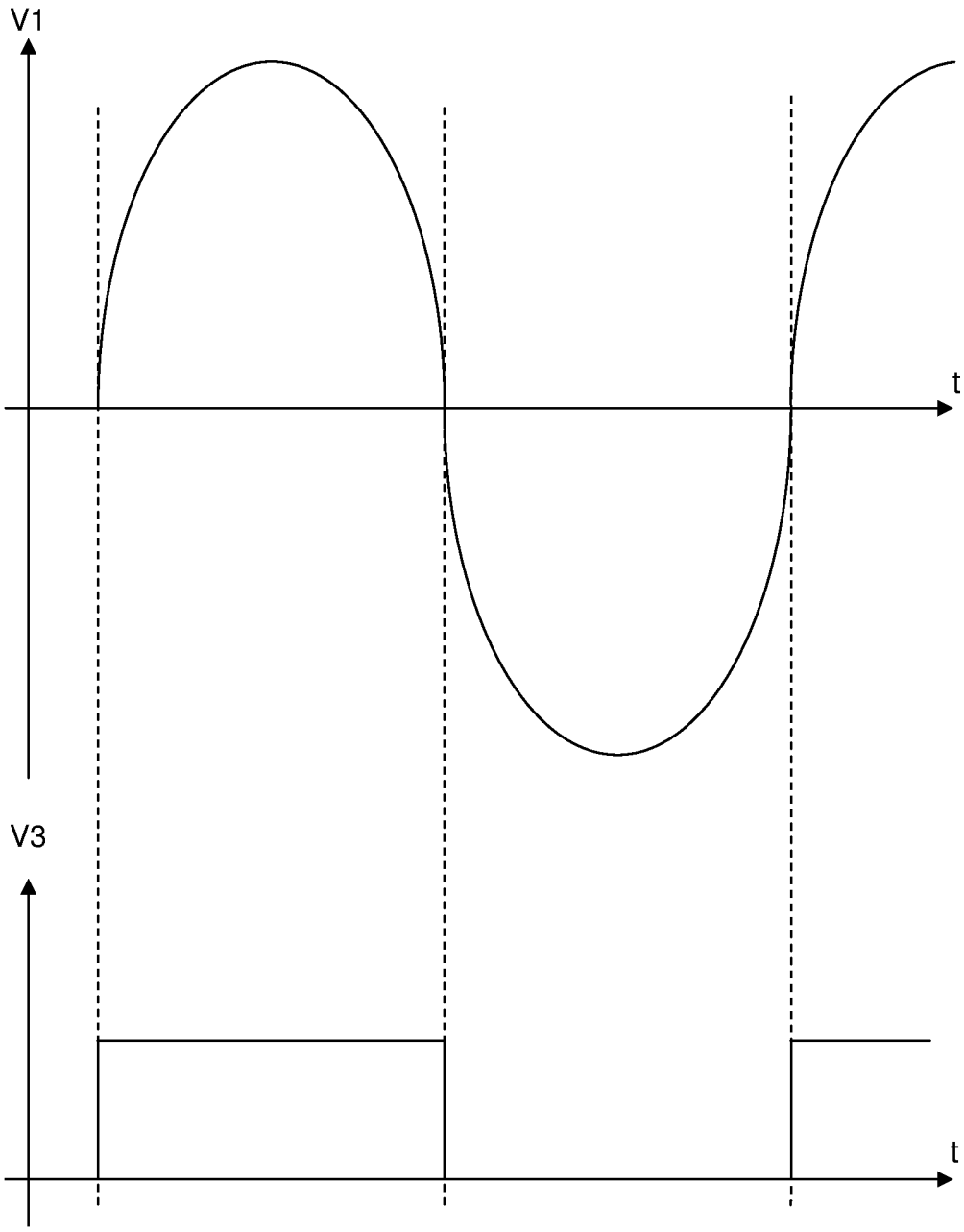


Figure 3

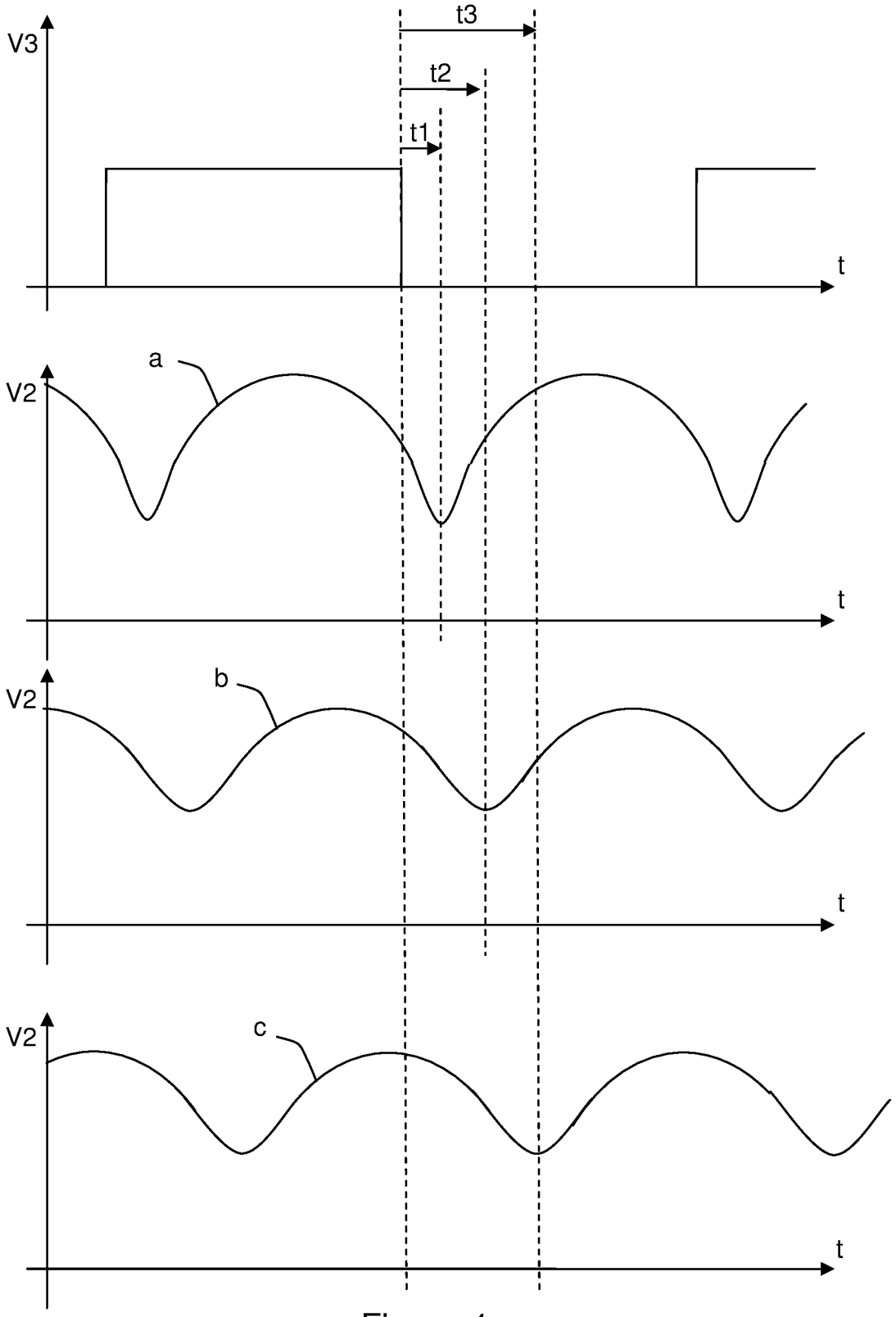


Figure 4

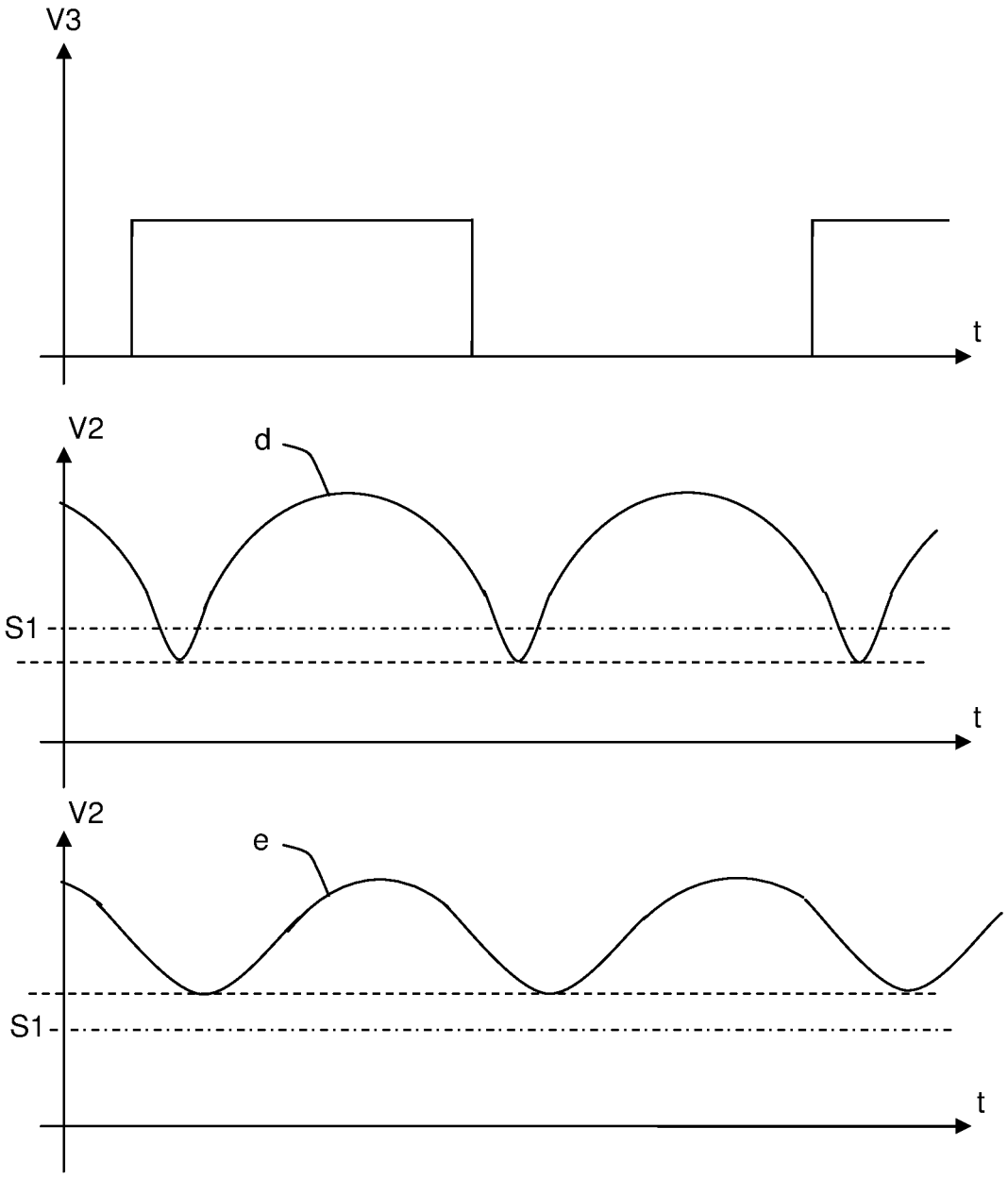


Figure 5

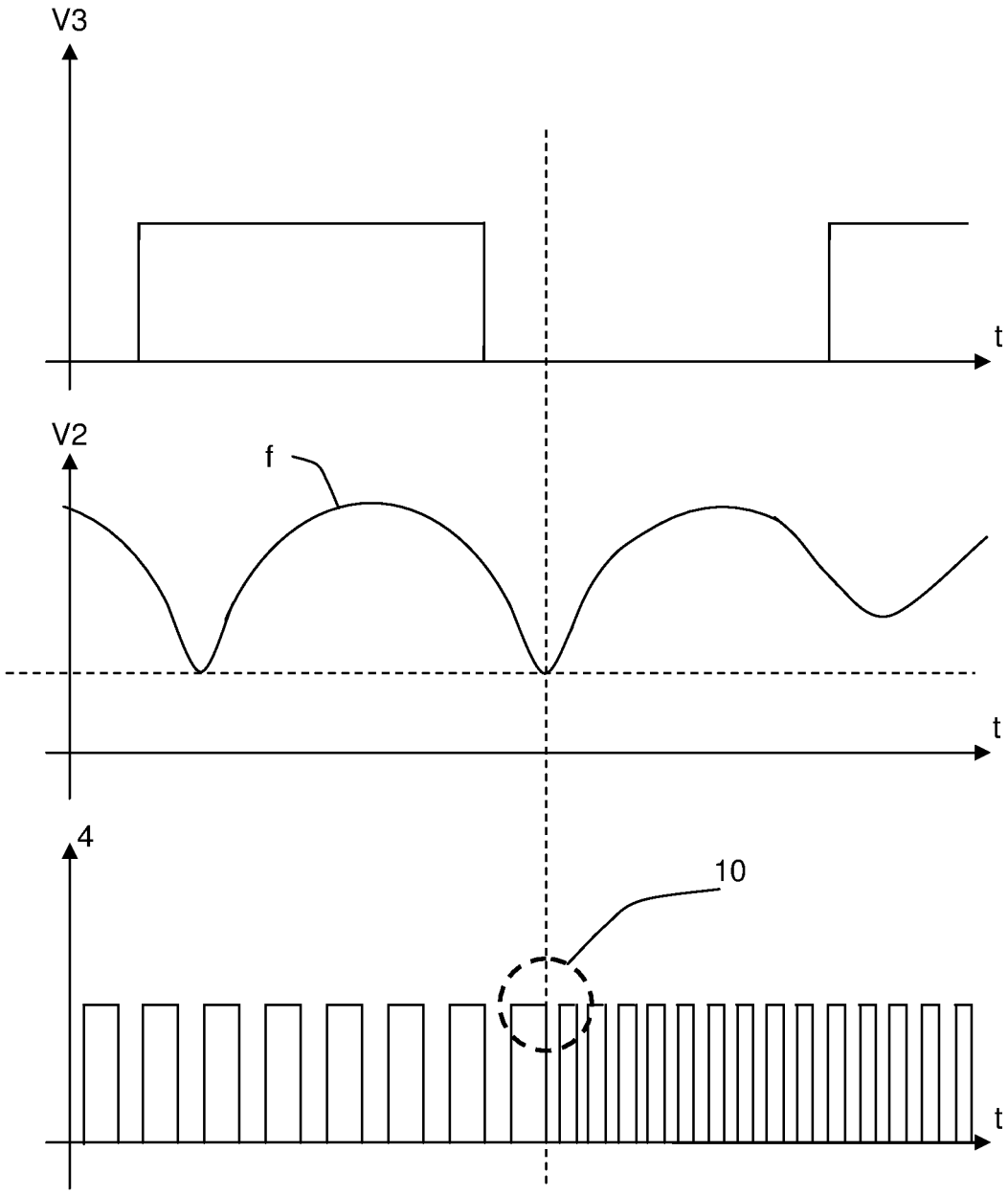


Figure 6

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1951003 A1 **[0016]**
- EP 2209197 A **[0017]**
- EP 0986287 A2 **[0018]**