



(11)

**EP 1 878 309 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.07.2012 Patentblatt 2012/30**

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

(21) Anmeldenummer: **06742762.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2006/004081**

(22) Anmeldetag: **02.05.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2006/117182 (09.11.2006 Gazette 2006/45)**

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR LEISTUNGSVERSORGUNG MEHRERER INDUKTIONSSPULEN BEI EINEM INDUKTIONSGERÄT**

METHOD AND ARRANGEMENT FOR SUPPLYING POWER TO SEVERAL INDUCTION COILS IN AN INDUCTION APPARATUS

PROCEDE ET DISPOSITIF D'ALIMENTATION ELECTRIQUE DE PLUSIEURS BOBINES D'INDUCTION D'UN APPAREIL D'INDUCTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **04.05.2005 DE 102005021888**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.01.2008 Patentblatt 2008/03**

(73) Patentinhaber: **E.G.O. ELEKTRO-GERÄTEBAU GmbH**  
**75038 Oberderdingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **HAAG, Thomas**  
**68753 Waghäusel (DE)**  
• **BÖGEL, Jörg**  
**75038 Oberderdingen (DE)**  
• **FRIEDRICH, Hartmut**  
**75015 Bretten-ruit (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte**  
**Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner**  
**Postfach 10 40 36**  
**70035 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**ES-A1- 2 201 937 US-A- 4 542 273**

**EP 1 878 309 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Anwendungsgebiet und Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leistungsversorgung mehrerer Induktionsspulen bei einem Induktionsgerät sowie eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

**[0002]** Bei Induktionskochmulden besteht häufig das Problem, dass es beim Betrieb mehrerer Kochstellen zu hörbaren Geräuschen kommen kann. Diese werden von einer Bedienperson teilweise als unangenehm empfunden, insbesondere nicht nur wegen der Geräusche an sich, sondern auch weil die Vermutung nahe liegt, dass eine Fehlfunktion der Induktionskochmulde vorliegt. Das Geräuschempfinden wiederum ist auch abhängig von der Intensität des Schallpegels sowie der Übereinstimmung mit einer menschlichen Hörkurve, also abhängig von der Frequenz der Geräusche.

**[0003]** Für diese Geräusche gibt es mehrere Ursachen. Zum einen sind unter Induktionsspulen Ferrite zur Magnetfeldführung vorgesehen. Diese Ferrite unterliegen einer Magnetostraktion, also einer Längenveränderung, abhängig von der Arbeitsfrequenz der Induktionsspule. Dies gilt zumindest teilweise auch für verwendete Kochgeschirre. Zwar liegt die Arbeitsfrequenz von Induktionsspulen üblicherweise über dem hörbaren Bereich, allerdings können durch Intermodulation mit einer anderen betriebenen Induktionsspule die Geräusche hörbar werden. Dabei können hörbare Mischprodukte aus der Frequenzdifferenz der Arbeitsfrequenzen und deren harmonischen Oberwellen entstehen. Weitere Intermodulationen können entstehen, wenn zwei Frequenzumrichter für die Induktionsspulen an einer gemeinsamen Versorgungsspannung angeschlossen sind. In diesem Fall moduliert ein Frequenzumrichter die Versorgungsspannung für den anderen Frequenzumrichter.

**[0004]** Die ES-A1-2201937 beschreibt ein Verfahren zur Leistungsversorgung mehrerer Induktionsspulen bei einem Induktionsgerät, wobei jeweils ein Frequenzumrichter jede Induktionsspule mit Leistung versorgt. Beim gemeinsamen Betrieb mehrerer Induktionsspulen werden Grenzfrequenzen von 2 kHz und 14 kHz verwendet, die als Frequenzdifferenz eingestellt werden, wenn sich die Leistungen unterscheiden sollen. Mit der oberen Grenzfrequenz kann ein Betrieb der Induktionsspulen erreicht werden, der am oberen Ende oder sogar außerhalb der menschlichen Hörschwelle liegt.

**[0005]** Die US-A-4542273 beschreibt ein ähnliches Verfahren zur Leistungsversorgung mehrerer Induktionsspulen in einem Induktionsgerät. Dabei weist wiederum jede Induktionsspule eine eigene Leistungsversorgung auf. Werden zwei oder mehr Schwingkreise der Induktionsspulen betrieben, so arbeiten sie mit derselben Frequenz bzw. eine Frequenzdifferenz ist gleich Null. So wird unerwünschte Geräuscentwicklung vermieden.

### Aufgabe und Lösung

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes Verfahren sowie eine Anordnung zu schaffen, mit denen die Probleme des Standes der Technik vermieden werden können und insbesondere ein vorteilhafter Betrieb mehrerer Induktionsspulen möglich ist mit möglichst geringer Geräuscentwicklung.

**[0007]** Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 7. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im folgenden näher erläutert. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

**[0008]** Jede Induktionsspule wird über einen eigenen Frequenzumrichter oder eine eigene Frequenzumrichtereinheit mit Leistung versorgt. Erfindungsgemäß werden beim gemeinsamen Betrieb mehrerer Induktionsspulen die Betriebsfrequenzen bzw. die Frequenzen der jeweiligen Frequenzumrichter für die einzelnen Induktionsspulen abhängig von einer vorgesehenen Leistung bzw. von durch eine Bedienperson mittels Eingabe für die Leistung geforderten Werten hinsichtlich einer Differenz zwischen den Frequenzen, also eine Frequenzdifferenz, nach einem der möglichen folgenden Betriebsmodi eingestellt:

- a) Die Frequenzdifferenz beträgt nahezu Null, vorteilhaft ist sie Null.
- b) Die Frequenzdifferenz beträgt weniger als 1 kHz, ist also vorteilhaft zwar vorhanden, aber relativ gering.
- c) Die Frequenzdifferenz beträgt zwischen 15 kHz und 25 kHz bzw. liegt nicht mehr im hörbaren Bereich.

**[0009]** Erfindungsgemäß werden die Induktionsspulen bei jeweiligem Betriebsbeginn, also wenn mehrere Spulen betrieben werden sollen, mit den geforderten Werten, die von einer Bedienperson für jede Induktionsspule über eine Bedieneinrichtung eingegeben worden sind, zuerst mit hoher Frequenz bzw. höchster Betriebsfrequenz des Systems betrieben. Besonders vorteilhaft erfolgt dadurch die Funktion als Topferkennungs-Spulen. Dadurch kann erkannt werden, ob über eine Induktionsspule ein damit zu erwärmendes geeignetes Kochgefäß vorhanden ist. Anschließend werden die Frequenzen mit den Frequenzumrichtern abgesenkt. Dies erfolgt so weit, bis die Gesamtleistung der Induktionsspulen der Gesamtleistung der geforderten Werte für die Einzelleistungen entspricht. Da dies noch bei derselben Frequenz

erfolgt, wird hier in der Regel, also bei unterschiedlichen geforderten Werten für die Leistung P, die eine Induktionsspule mit mehr Leistung betrieben als gefordert und die andere mit weniger Leistung.

**[0010]** Diese zutreffende Summenleistung liegt bei einer gemeinsamen Frequenz  $f_g$  vor. Anschließend wird die Induktionsspule, welche mit überhöhter Leistung betrieben wird, um die Frequenzdifferenz gemäß Betriebsmodus c) nach oben gesetzt. Die anderen Induktionsspulen verbleiben bei der bis dahin bestehenden Frequenz. Ist die Frequenzdifferenz wie gefordert eingestellt, so werden anschließend sämtliche Induktionsspulen in ihrer Betriebsfrequenz mit fest eingehaltener Frequenzdifferenz  $\Delta f$  nach unten gefahren, und zwar so lange, bis die Summenleistung wieder dem geforderten Wert entspricht.

**[0011]** Beim ersten Betriebsmodus a) kann es zu keinen Frequenzdifferenzen kommen. Somit können auch keine störenden Intermodulationen bzw. keine hörbaren Auswirkungen entstehen.

**[0012]** Beim zweiten Betriebsmodus b) liegen die Frequenzen im Betrieb sehr nahe beieinander. Vorteilhaft beträgt die Frequenzdifferenz hierbei sogar 500 Hz und weniger. Zwar entsteht hierbei eine gewisse Intermodulation aus den eingestellten Frequenzen bzw. Betriebsfrequenzen der Induktionsspulen, aber aufgrund der sehr niedrigen Frequenzdifferenzen sind sie kaum wahrnehmbar, da sie in einem Bereich der menschlichen Hörkurve liegen, in dem das durchschnittliche menschliche Ohr relativ unempfindlich ist.

**[0013]** Im dritten Betriebsmodus c) ist die Frequenzdifferenz in einem für das menschliche Ohr sehr hohen Bereich bzw. liegt nicht mehr im hörbaren Bereich. Hier hat sich im Rahmen der Erfindung zusätzlich herausgestellt, dass bei einer Frequenzdifferenz von etwa 18 kHz sowie auch 24 kHz eine besonders gute Unterdrückung von hörbaren Geräuschen möglich ist.

**[0014]** Somit stehen also drei Möglichkeiten zur Verfügung, mehrere Induktionsspulen gemeinsam zu betreiben, ohne dass dieses störend zu hören ist. Diese drei Betriebsmodi sind vorteilhaft dafür zu nutzen, dass sowohl die mittlere Leistung für jede einzelne Induktionsspule als auch die gesamte mittlere Leistung einer von einer Bedienerperson gewählten Leistungsstufe entspricht. Ist dies durch einen konstanten Betrieb mit einem der Betriebsmodi a) oder b) möglich, also mit jeweils fester und unveränderter Frequenz, so ist dies eine vorteilhaft zu wählende Betriebsweise mehrerer Induktionsspulen.

**[0015]** Vorteilhaft werden mit dem Verfahren genau zwei Induktionsspulen betrieben, wie in der vorliegenden Anmeldung beschrieben ist. Hierbei ist die mögliche Variation der Betriebsfrequenzen und Einstellung einer bestimmten Frequenzdifferenz besonders gut und vorhersehbar möglich.

**[0016]** Es ist einerseits möglich, dass jede Induktionskochstelle eine einzige Induktionsspule aufweist. Alternativ kann eine Induktionskochstelle eine Induktionsspule aufweisen, die aus mehreren Teilspulen besteht und/oder die durch mehrere Leistungsgeneratoren bzw. Frequenzumrichter ansteuerbar ist. Dies entspricht dann sogenannten Mehrkreis-Heizungen, wie sie von Strahlungsheizeinrichtungen bekannt sind.

**[0017]** Induktionsspulen, insbesondere für eine Anwendung im Haushaltsbereich, wie bei einem Induktionsbackofen oder einem Induktionskochfeld, werden vorteilhaft in einem Frequenzbereich von etwa 16 kHz bis 100 kHz betrieben.

**[0018]** Anschließend kann ein taktender bzw. wechselnder Betrieb der Induktionsspulen erfolgen, falls sich die geforderten Werte nicht verändern. Dieser Betrieb sieht so aus, dass entweder mit der gemeinsamen Frequenz  $f_g$  für eine bestimmte Zeit  $t_g$  ein Betrieb erfolgt, wobei sich die Zeit  $t_g$  folgendermaßen berechnet:

$$t_g = \frac{\bar{P}_1 - P_1(f_{v1})}{P_1(f_g) - P_1(f_{v1})} = \frac{\bar{P}_2 - P_2(f_{v2})}{P_2(f_g) - P_2(f_{v2})}$$

**[0019]** Oder es erfolgt daran anschließend ein Betrieb mit den beiden unterschiedlichen Frequenzen und der Frequenzdifferenz  $\Delta f$ , und zwar für die Zeit  $t_v$ , wobei  $t_g + t_v = T$ . Danach wechselt der Betrieb zwischen diesen beiden Betriebsarten.

**[0020]** Sollte sich einer der geforderten Werte für die Leistung für eine der Induktionsspulen ändern, so wird dieses Verfahren der Ermittlung der Werte für die Frequenzen und die Zeiten erneut durchgeführt.

**[0021]** Die Summe der Leistungen bei gemeinsamer Frequenz  $f_g$  entspricht dabei der Summe der Leistungen bei verschiedenen Frequenzen. Sie ist gleichzeitig gleich der geforderten Summenleistung für beide Induktionsspulen.

**[0022]** Bei einem solchen Betrieb ist auch ein flickerfreier Anschluss an ein Versorgungsnetz möglich. Sollte jedoch mit keinem der vorgenannten Betriebsmodi eine zu den geforderten Werten passende Einstellung gefunden werden können, bei der sich auch die Frequenzdifferenz im genannten Rahmen bewegt, so ist unter Umständen für eine bestimmte Zeit ein Betrieb mit geringem Flicker notwendig bzw. unumgänglich. Einschränkende Randbedingungen hier können z.B. sein: eine minimale Arbeitsfrequenz eines Frequenzumrichters, eine maximal zulässige Amplitude des Stroms im Frequenzumrichter, eine kleinste zulässige Phase in einem Schwingkreis in dem Frequenzumrichter sowie auch Sättigungseffekte in Ferriten, die an den Induktionsspulen vorgesehen sind zur Beeinflussung des erzeugten

Magnetfeldes.

**[0023]** Eine weitere Möglichkeit kann vorsehen, dass zuerst mit einer ersten niedrigeren Frequenzdifferenz, beispielsweise den genannten 18 kHz, versucht wird, die Bedingungen zu erfüllen. Geht dies nicht bzw. greift der beabsichtigte Algorithmus zur Einstellung nicht, so kann es mit einer zweiten etwas höheren Frequenzdifferenz von etwa 24 kHz versucht werden.

**[0024]** Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränken die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0025]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1 ein Schaltbild einer Anordnung von zwei Induktionsspulen in einem Induktionskochfeld mit jeweils einem Frequenzumrichter,
- Fig. 2 ein Schaubild der Betriebsfrequenz  $f$  über der Zeit  $t$  und
- Fig. 3 ein Schaubild der Leistung  $P$  über der Zeit  $t$ .

### Detaillierte Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0026]** In Fig. 1 ist ein Induktionskochfeld 11 im Schnitt dargestellt. An einer Kochfeldplatte 13 ist eine Bedieneinrichtung 15 mit zwei Drehknebeln 16 und 17 für die Leistungseinstellung angeordnet. Die Darstellung der Bedieneinrichtung 15 ist sehr schematisch zu verstehen und selbstverständlich können auch sämtliche sonstigen Bedienelemente vorgesehen sein, insbesondere auch sogenannte Berührschalter.

**[0027]** Die Bedieneinrichtung 15 ist mit einer Steuerung 18 verbunden und gibt unter anderem die Steuerbefehle durch Einstellung der Drehknebel 16 und 17 an die Steuerung 18 weiter. Die Steuerung 18 wiederum ist mit einem ersten Frequenzumrichter 19 verbunden, der mit einer Frequenz  $f_1$  eine erste Induktionsspule L1 versorgt, sowie mit einem zweiten Frequenzumrichter 20, der mit der Frequenz  $f_2$  eine zweite Induktionsspule L2 versorgt.

**[0028]** Die Induktionsspulen L1 und L2 sind auf bekannte Art und Weise unterhalb der Kochfeldplatte 13 angeordnet. An ihrer Unterseite sind Ferrite 21 auf ebenfalls bekannte Art und Weise angeordnet zur Beeinflussung des durch die Induktionsspulen L erzeugten Magnetfeldes. Oberhalb der Induktionsspulen L1 und L2 sind auf die Kochfeldplatte 13 Kochgeschirre 22 und 23 aufgesetzt. Durch das größere Kochgeschirr 23 wird veranschaulicht, inwiefern hier die Einkopplung einer höheren Leistung erfolgen sollte bzw. gewünscht ist. Dies ist auch an der Stellung des Drehknebels 17 zu erkennen, der weiter nach rechts und somit auf eine höhere Leistungsstufe eingestellt ist als der linke Drehknebel 16. Dabei dient der Drehknebel 16 zur Einstellung der Leistung für die durch die linke Induktionsspule L1 gebildete Induktionskochstelle und der rechte Drehknebel 17 für die durch die rechte Induktionsspule L2 gebildete Induktionskochstelle.

**[0029]** In Fig. 2 und 3 wird, wie nachfolgend gemeinsam beschrieben ist, dargestellt, wie die Induktionsspulen L1 und L2 mit Leistung  $P$  bei einer bestimmten Frequenz der Versorgungsspannung versorgt werden. Die Verläufe für die Frequenz und die Leistung werden für die Spule L2 gestrichelt dargestellt.

**[0030]** Der Betrieb beginnt damit, dass beide Induktionsspulen L1 und L2 mit gemeinsamer Frequenz betrieben werden, und zwar mit  $f_{\max}$  im Sinne einer Topferkennungs-Funktion. Dieses ist dem Fachmann ausreichend bekannt und braucht hier nicht näher erläutert zu werden. Bei beiden Induktionsspulen L1 und L2 wird festgestellt, dass geeignete Kochgeschirre, nämlich die Kochgeschirre 22 und 23, aufgestellt sind und somit ein Betrieb möglich ist. Dementsprechend erfolgt eine Leistungsfreigabe durch die Steuerung 18 sowie die Frequenzumrichter 19 und 20.

**[0031]** Daraufhin wird die von den Frequenzumrichtern 19 und 20 eingestellte Frequenz mit einem gleichen Wert abgesenkt bis auf den Wert  $f_g$ . Dieser Wert  $f_g$  ergibt sich aus den Vorgaben, dass beide Induktionsspulen L1 und L2 mit derselben Frequenz, nämlich  $f_g$ , betrieben werden sollen und mit den Leistungen  $P_1(f_g)$  und  $P_2(f_g)$ . Die Leistungen  $P_1(f_g)$  und  $P_2(f_g)$  ergeben sich aus der Vorgabe mit  $f_g$  und dem über die Drehknebel 16 und 17 eingestellten und vorgegebenen Wert für die insgesamt erzeugte Leistung.

**[0032]** Es ist zu erkennen, inwiefern bei dem ersten Betrieb mit der gemeinsamen Frequenz  $f_g$  die Induktionsspule L1 mit der Leistung  $P_1(f_g)$  betrieben wird, welche größer ist als die mittlere vorgesehene Leistung  $\bar{P}_1$ . Die Induktionsspule L2 wird mit einer Leistung  $P_2(f_g)$  betrieben, welche unterhalb der mittleren vorgesehenen Leistung  $\bar{P}_2$  liegt. Sodann wird die mit überhöhter Leistung betriebene Induktionsspule L1 hinsichtlich ihrer Betriebsfrequenz  $f_1$  erhöht um eine Fre-

quenzdifferenz  $\Delta f$ , welche im vorliegenden Fall 18 kHz beträgt. Abhängig davon werden mit dem festen Frequenzabstand  $\Delta f$  beide Betriebsfrequenzen abgesenkt. Im selben Maß erhöhen sich dann wieder die Leistungen der Induktionsspulen L1 und L2. Die Absenkung erfolgt so weit, bis die Frequenzen  $f_{v1}$  und  $f_{v2}$  erreicht sind mit den Leistungen  $P_1(f_v)$  und  $P_2(f_v)$ . Dabei entspricht die Summe aus  $P_1(f_v)$  und  $P_2(f_v)$  der Summe aus  $P_1(f_g)$  und  $P_2(f_g)$ .

**[0033]** Anschließend daran erfolgt für eine bestimmte Zeit  $t_v$  mit genau diesen Werten für  $f_{v1}$  und  $f_{v2}$  bzw. der daraus resultierenden Frequenzdifferenz  $\Delta f$  ein Betrieb. Daran schließt sich der Betrieb mit der gemeinsamen Frequenz  $f_g$  an, wobei hier die Leistungen  $P_1(f_g)$  und  $P_2(f_g)$  betragen, also wiederum die Induktionsspule L1 mit überhöhter und die Induktionsspule L2 mit abgesenkter Leistung betrieben werden. Dieser Zeitraum  $t_g$  berechnet sich nach der folgenden Formel:

$$t_g = \frac{\bar{P}_1 - P_1(f_{v1})}{P_1(f_g) - P_1(f_{v1})} = \frac{\bar{P}_2 - P_2(f_{v2})}{P_2(f_g) - P_2(f_{v2})}$$

**[0034]** Anschließend an diese Zeit  $t_g$  erfolgt wieder für eine Zeit  $t_v$  der zuvor erläuterte Betrieb mit den Frequenzen  $f_{v1}$  und  $f_{v2}$ . Dabei gilt  $t_g + t_v = T$ .

**[0035]** Insgesamt wechselt ab hier, solange die vorgegebenen Leistungswerte  $\bar{P}_1$  und  $\bar{P}_2$  für die Induktionsspulen L1 und L2 durch eine Bedienungsperson nicht verändert werden, der Betrieb ab. Dies gilt für die berechneten Zeiten  $t_g$  und  $t_v$ .

**[0036]** Somit liegt hier ein Betrieb vor mit dem eingangs genannten Betriebsmodus a), nämlich für die Zeit  $t_g$ , und Betriebsmodus c), nämlich für die Zeit  $t_v$ . Während der Zeit  $t_g$  entsteht überhaupt keine Geräuschentwicklung, da ja mit derselben Frequenz gearbeitet wird und somit überhaupt keine Intermodulationen entstehen können.

**[0037]** Während der Zeit  $t_v$  liegt die eingangs genannte Frequenzdifferenz von 18 kHz während des Betriebsmodus c) vor, welche eine kaum hörbare Geräuschentwicklung bedeutet.

**[0038]** Somit ist es insgesamt durch das beschriebene und erfindungsgemäße Verfahren möglich, die Geräuschentwicklung zu vermeiden oder stark zu reduzieren und dabei immer noch eine geforderte Leistung, zumindest im Mittelwert, durch die Induktionsheizungen zu erzeugen.

**[0039]** Treten während des in den Fig. 2 und 3 dargestellten Betriebs mit wechselnden Leistungen Änderungen an den vorgegebenen Werten für die Leistung  $\bar{P}_1$  und  $\bar{P}_2$  der Induktionsspulen L auf, beispielsweise durch Verstellen der Drehknebel 16 oder 17, so erfolgt die Berechnung und Einregelung neu. Daran schließt sich wieder einer der oben genannten Betriebszustände an.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Leistungsversorgung mehrerer Induktionsspulen (L1, L2) bei einem Induktionsgerät (11), wobei jede Induktionsspule (L1, L2) über einen eigenen Frequenzumrichter (19, 20) mit Leistung versorgt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim gemeinsamen Betrieb mehrerer Induktionsspulen die Frequenzen der jeweiligen Frequenzumrichter (19, 20) abhängig von der jeweils vorgesehenen Leistung hinsichtlich einer Frequenzdifferenz ( $\Delta f$ ) nach einem der folgenden Betriebsmodi eingestellt werden:

- a) die Frequenzdifferenz ist gleich Null;
- b) die Frequenzdifferenz beträgt weniger als 1 kHz;
- c) die Frequenzdifferenz beträgt zwischen 15 kHz und 25 kHz,

wobei die Induktionsspulen (L1, L2) bei jeweiligem Betriebsbeginn mit geforderten Werten für die einzelnen Leistungen und die Gesamtleistung des Induktionsgeräts (11) zuerst mit hoher Frequenz betrieben werden und anschließend unter Absenken der Frequenz und Erhöhen der Leistung die Gesamtleistung für die Induktionsspulen auf den geforderten Wert eingestellt wird, wobei eine Induktionsspule (L1) mehr Leistung aufweist als gefordert ( $P_1(f_g)$ ) und eine andere Induktionsspule (L2) weniger Leistung aufweist als gefordert ( $P_2(f_g)$ ), wobei die Induktionsspulen bis dahin dieselbe gemeinsame Frequenz ( $f_g$ ) aufweisen, und anschließend die Induktionsspule mit der überhöhten Leistung um eine Frequenzdifferenz nach Betriebsmodus c) nach oben gefahren wird in ihrer Frequenz, und dann die Frequenzen der Induktionsspulen mit der festen Frequenzdifferenz ( $\Delta f$ ) zueinander so weit abgesenkt werden, bis die Gesamtleistung der Induktionsspulen dem geforderten Wert ( $\bar{P}_1 + \bar{P}_2$ ) für die Gesamtleistung entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** genau zwei Induktionsspulen (L1, L2) nach einem

der vorgenannten Betriebsmodi a) bis c) betrieben werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Induktionsspulen (L1, L2) in einem Frequenzbereich von 16 kHz bis 100 kHz betrieben werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** anschließend ein wechselnder Betrieb der Induktionsspulen (L1, L2) erfolgt mit entweder der vorgenannten ersten gemeinsamen Frequenz ( $f_g$ ) für eine erste bestimmte Zeit ( $t_g$ ) oder mit der vorgenannten Frequenzdifferenz ( $\Delta f$ ) für eine zweite bestimmte Zeit ( $t_v$ ), wobei die erste bestimmte Zeit ( $t_g$ ) gleich:

$$t_g = \frac{\bar{P}_1 - P_1(f_{v1})}{P_1(f_g) - P_1(f_{v1})} = \frac{\bar{P}_2 - P_2(f_{v2})}{P_2(f_g) - P_2(f_{v2})}$$

ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzdifferenz ( $\Delta f$ ) für den Betriebsmodus b) maximal 500 Hz beträgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzdifferenz ( $\Delta f$ ) für den Betriebsmodus c) 18 kHz beträgt.

7. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Induktionskochgerät ist, insbesondere ein Induktionskochfeld (11) mit mindestens zwei Induktionskochstellen.

8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Induktionskochstelle eine einzige Induktionsspule (L1, L2) aufweist.

9. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Induktionskochstelle eine Induktionsspule aufweist, die aus mehreren Teilspulen besteht und/oder die durch mehrere Leistungsgeneratoren bzw. Frequenzumrichter ansteuerbar ist.

## Claims

1. Method for supplying power to several induction coils (L1, L2) in an induction apparatus (11), each induction coil (L1, L2) being supplied with power by means of its own frequency converter (19, 20), **characterized in that** during the common operation of several induction coils the frequencies of the given frequency converter (19, 20) are set as a function of the power provided with respect to a frequency difference ( $\Delta f$ ) according to one of the following operating modes:

- a) the frequency difference is equal to zero,
- b) the frequency difference is less than 1 kHz,
- c) the frequency difference is between 15 and 25 kHz,

at the start of operation the induction coils (L1, L2) being operated with the requisite values for the individual power levels and the total power of the induction apparatus (11) initially with a high frequency and subsequently accompanied by the reduction of the frequency and the rise of the power the total power for the induction coils is set at the requisite value, one induction coil (L1) having more power than required ( $P_1(f_g)$ ) and another induction coil (L2) less power than required ( $P_2(f_g)$ ), the induction coils having up to then the same common frequency ( $f_g$ ), and subsequently the induction coil with the increased power is moved upwards in frequency by a frequency difference according to operating mode c), and then the frequencies of the induction coils with the fixed mutual frequency difference ( $\Delta f$ ) are lowered to the extent that the total power of the induction coils corresponds to the requisite value ( $\bar{P}_1 + \bar{P}_2$ ) for the total power.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** precisely two induction coils (L1, L2) are operated according to one of the aforementioned operating modes (a) to c).

3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the induction coils (L1, L2) are operated in a frequency range of 16 kHz to 100 kHz.

4. Method according to claim 1, **characterized in that** subsequently alternating operation of the induction coils (L1, L2) takes place with either the aforementioned first common frequency ( $f_g$ ) for a first specific time ( $t_g$ ) or with the aforementioned frequency difference ( $\Delta f$ ) for a second specific time ( $t_v$ ), the first specific time ( $t_g$ ) being equal to:

$$t_g = \frac{\bar{P}_1 - P_1(f_{v1})}{P_1(f_g) - P_1(f_{v1})} = \frac{\bar{P}_2 - P_2(f_{v2})}{P_2(f_g) - P_2(f_{v2})}.$$

5. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the frequency difference ( $\Delta f$ ) for operating mode b) is max 500 Hz.

6. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the frequency difference ( $\Delta f$ ) for operating mode c) is 18 kHz.

7. Arrangement for performing the method according to any of the preceding claims, **characterized in that** it is an induction cooker, particularly an induction hob (11), with at least two induction hotplates.

8. Arrangement according to claim 7, **characterized in that** each induction hotplate has a single induction coil (L1, L2).

9. Arrangement according to claim 7, **characterized in that** one induction hotplate has an induction coil comprising several partial coils and/or which is controllable by several power generators or frequency converters.

## Revendications

1. Procédé d'alimentation en puissance de plusieurs bobines d'induction (L1, L2) sur un appareil d'induction (11), chaque bobine d'induction (L1, L2) étant alimentée en puissance par le biais d'un convertisseur de fréquence (19, 20) propre, **caractérisé en ce que** lors du fonctionnement commun de plusieurs bobines d'induction, les fréquences du convertisseur de fréquence (19, 20) correspondant étant réglées du point de vue d'une différence de fréquence ( $\Delta f$ ) en fonction de la puissance à chaque fois prévue d'après l'un des modes de fonctionnement ci-après :

- a) la différence de fréquence est égale à zéro ;
- b) la différence de fréquence est moins de 1 kHz ;
- c) la différence de fréquence est comprise entre 15 kHz et 25 kHz,

les bobines d'induction (L1, L2), au début du fonctionnement respectif, fonctionnant tout d'abord à une fréquence élevée avec les valeurs exigées pour les puissances individuelles et la puissance totale de l'appareil d'induction (11) et la puissance totale pour les bobines d'induction étant ensuite réglée à la valeur exigée en diminuant la fréquence et en augmentant la puissance, une bobine d'induction (L1) présentant plus de puissance que celle exigée ( $P_1(f_g)$ ) et une autre bobine d'induction (L2) présentant moins de puissance que celle exigée ( $P_2(f_g)$ ), les bobines d'induction présentant jusqu'à ce moment la même fréquence commune ( $f_g$ ) et la fréquence de la bobine d'induction ayant la puissance surdimensionnée étant ensuite augmentée d'une différence de fréquence selon le mode de fonctionnement c), et les fréquences des bobines d'induction présentant la différence de fréquence ( $\Delta f$ ) fixe entre elles étant ensuite réduites les unes par rapport aux autres jusqu'à ce que la puissance totale des bobines d'induction correspond à la valeur exigée ( $\bar{P}_1 + \bar{P}_2$ ) pour la puissance totale.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**exactement deux bobines d'induction (L1, L2) fonctionnent selon l'un des modes de fonctionnement a) à c) mentionnés précédemment.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les bobines d'induction (L1, L2) fonctionnent dans

une plage de fréquences de 16 kHz à 100 kHz.

4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un fonctionnement alterné des bobines d'induction (L1, L2) a ensuite lieu avec soit la première fréquence commune ( $f_g$ ) mentionnée précédemment pendant une première durée ( $t_g$ ) donnée, soit avec la différence de fréquence ( $\Delta f$ ) mentionnée précédemment pendant une deuxième durée ( $t_v$ ) donnée, la première durée ( $t_g$ ) donnée étant égale à :

$$t_g = \frac{\bar{P}_1 - P_1(f_{v1})}{P_1(f_g) - P_1(f_{v1})} = \frac{\bar{P}_2 - P_2(f_{v2})}{P_2(f_g) - P_2(f_{v2})}.$$

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la différence de fréquence ( $\Delta f$ ) pour le mode de fonctionnement b) est égale au maximum à 500 Hz.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la différence de fréquence ( $\Delta f$ ) pour le mode de fonctionnement c) est égale à 18 kHz.
7. Arrangement pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'appareil d'induction est un appareil de cuisson par induction, notamment une plaque de cuisson par induction (11) comprenant au moins deux plaques de cuisson par induction.
8. Arrangement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** chaque plaque de cuisson par induction présente une unique bobine d'induction (L1, L2).
9. Arrangement selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**une plaque de cuisson par induction présente une bobine d'induction qui se compose de plusieurs bobines partielles et/ou qui peut être commandée par plusieurs générateurs de puissance ou convertisseurs de fréquence.



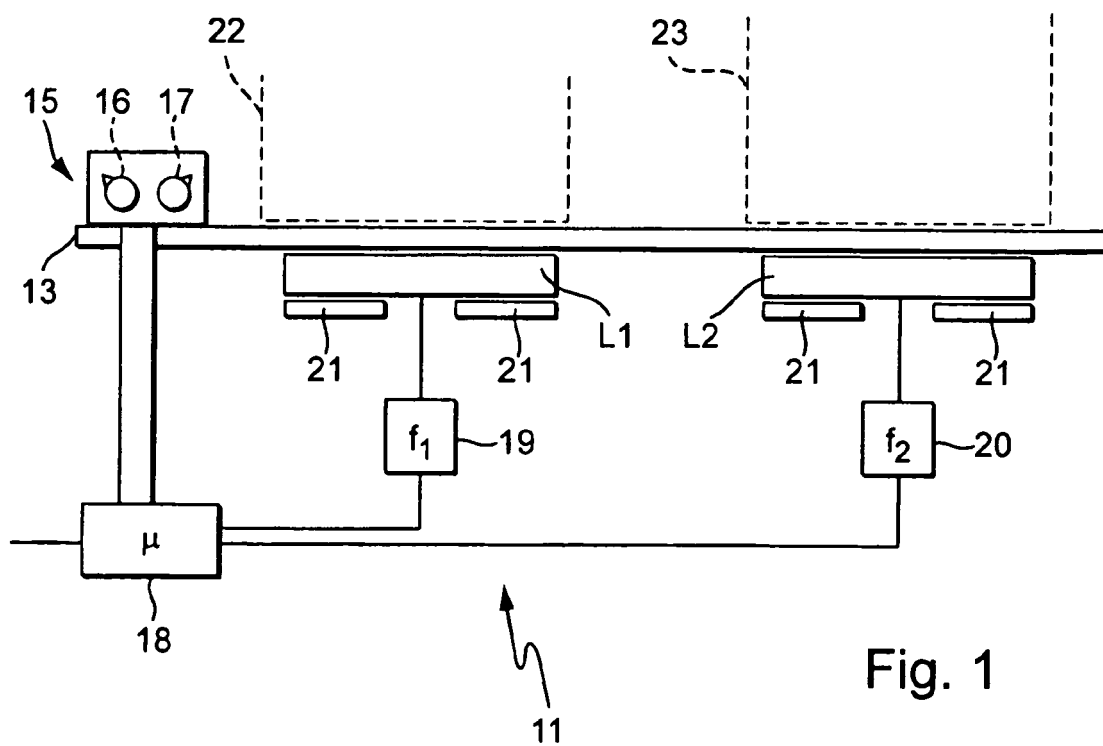


Fig. 1

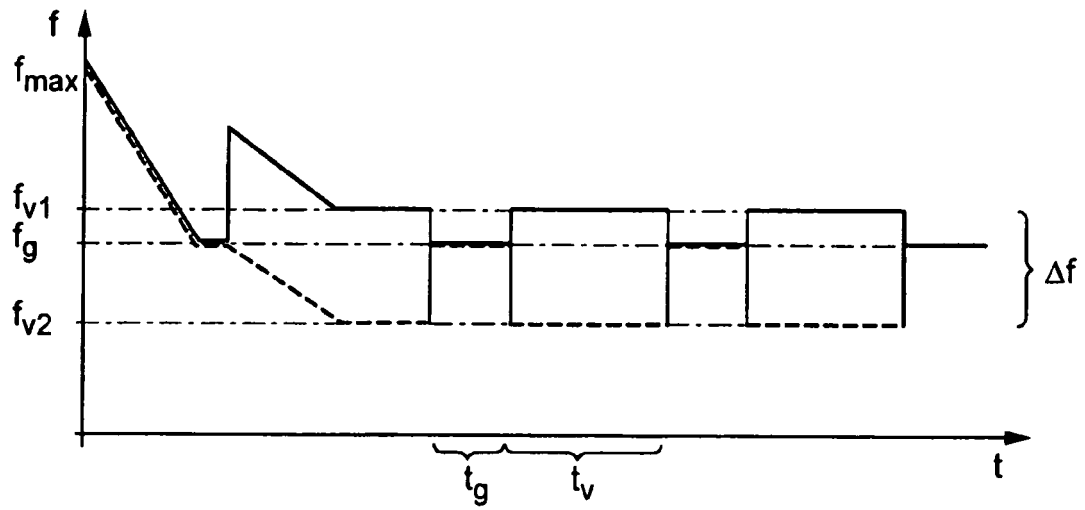


Fig. 2

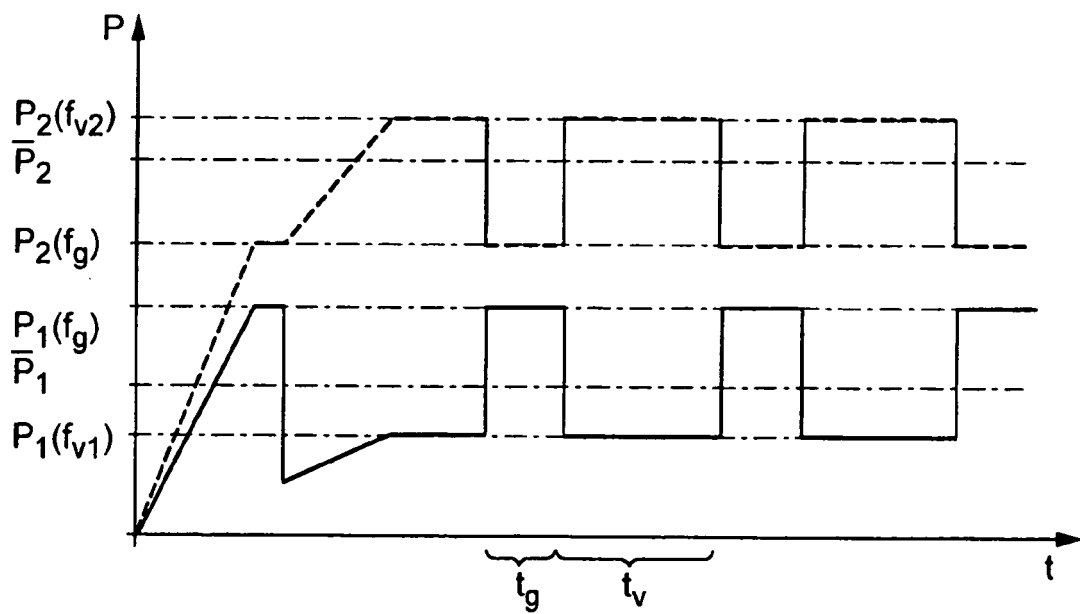


Fig. 3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- ES 2201937 A1 [0004]
- US 4542273 A [0005]