



European Patent Office

Office européen des brevets



EP 1 521 500 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

06.04.2005 Patentblatt 2005/14

(51) Int Cl.⁷: **H05B 6/06**

(21) Anmeldenummer: **04014678.9**

(22) Anmeldetag: **23.06.2004**

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(30) Priorität: 25.09.2003 DE 10344451

(71) Anmelder: **Electrolux Schwanden AG**
8762 Schwanden (CH)

(72) Erfinder:

- Jeanneteau, Laurent
60200 Compiègne (FR)
- Christiansen, Svend Erik
91541 Rothenburg/Tauber (DE)
- Chen, Longchun
5000. Odense C (DK)

(74) Vertreter: **Baumgartl, Gerhard Willi**
AEG Hausgeräte GmbH,
Patente, Marken & Lizenzen
90327 Nürnberg (DE)

(54) **Verfahren zur näherungsweisen Bestimmung der Leistung eines Induktionssystems**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur näherungsweisen Bestimmung der Leistung eines Induktionssystems zur Erzeugung eines Induktionsfeldes, wobei das Induktionssystem wenigstens eine Induktionsspule umfasst, die mit wenigstens einer Betriebsfrequenz beaufschlagt wird, wobei an der Induktionsspule

eine Ausgangsstromstärke auftritt, und wobei die Betriebsfrequenz und die Ausgangsstromstärke bestimmbar und/oder bekannt sind, bei dem ein Näherungswert für die Leistung des Induktionssystems bestimmt wird mittels Division der Ausgangsstromstärke durch die Betriebsfrequenz.

[illegible]

FIG 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur näherungsweisen Bestimmung der Leistung eines Induktionssystems zur Erzeugung eines Induktionsfeldes.

[0002] Derartige Induktionssysteme zur Erzeugung eines Induktionsfeldes sind beispielsweise als Bestandteile von Induktionsgareinrichtungen bekannt. An einem Induktionssystem dieser Gattung liegt i.d.R. die normale Netzspannung des Stromnetzes an, d.h. beispielsweise 230 V mit einer Frequenz von 50 Hz. Durch das Induktionssystem wird diese Netzspannung zum Betrieb der Induktionsspule in eine Hochfrequenzspannung umgewandelt. Ein derartiges Induktionssystem einer Induktionsgareinrichtung ist beispielsweise beschrieben in DE 100 06 863 C2. Eine mögliche elektrische Schaltung der Steuereinheit der Induktionsgareinrichtung ist darin anhand der FIG 5 erläutert.

[0003] Im Folgenden werden die aus dem Netz aufgenommene Spannung (Primärspannung) und die dazugehörige Stromstärke (Primärstromstärke) als Eingangsspannung und Eingangsstromstärke bezeichnet. Die vom Induktionssystem generierte Hochfrequenz zum Betrieb der Induktionsspule wird als Betriebsfrequenz oder auch als Frequenz des Induktionssystems bezeichnet. Die an der Induktionsspule (d.h. im Hochfrequenzbereich) auftretende Stromstärke wird als Ausgangsstromstärke bezeichnet.

[0004] Es ist bekannt, die Leistung eines derartigen Induktionssystems durch Messung und anschließende Multiplikation von Eingangsspannung und Eingangsstromstärke zu bestimmen. Hierzu werden entweder die Effektivwerte miteinander multipliziert oder die Scheitelwerte (Spitzenwerte) unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors $1/2$. Da sich zwischen Spannung und Stromstärke in einem Wechselstromkreis je nach Verbraucher eine Phasenverschiebung φ ergeben kann, ist für eine korrekte Bestimmung der Leistung ferner die Berücksichtigung eines Faktors $\cos \varphi$ erforderlich. Dieser Faktor führt allerdings in vielen Fällen zu keiner großen Veränderung des Ergebnisses und wird daher häufig nicht berücksichtigt.

[0005] Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass zur Bestimmung von Eingangsspannung und -stromstärke jeweils Messeinrichtungen erforderlich sind. In bestimmten Induktionssystemen sind diese Messeinrichtungen allerdings nicht vorgesehen und müssten daher zusätzlich angebracht werden.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein vereinfachtes Verfahren zur zumindest näherungsweisen Bestimmung der Leistung eines Induktionssystems anzugeben, bei dem insbesondere keine zusätzlichen Messeinrichtungen erforderlich sind.

[0007] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Die Erfindung beruht demnach auf der Überlegung, ein Verfahren zur näherungsweisen Bestimmung

der Leistung eines Induktionssystems zur Erzeugung eines Induktionsfeldes anzugeben,

- wobei das Induktionssystem wenigstens eine Induktionsspule umfasst, die mit wenigstens einer Betriebsfrequenz beaufschlagt wird,
- wobei an der Induktionsspule eine Ausgangsstromstärke auftritt, und
- wobei die Betriebsfrequenz und die Ausgangsstromstärke bestimmbar und/oder bekannt sind,
- bei dem ein Näherungswert für die Leistung des Induktionssystems bestimmt wird mittels Division der Ausgangsstromstärke durch die Betriebsfrequenz.

[0009] Der Erfindung liegt somit folgende Formel zugrunde:

$$P = I / f$$

[0010] P ist dabei der zu bestimmende Zahlenwert für die Leistung eines Induktionssystems. I ist der Zahlenwert der Ausgangsstromstärke, üblicherweise der Zahlenwert der Scheitel-Ausgangsstromstärke. f ist der Zahlenwert für die Betriebsfrequenz, d.h. der Frequenz, mit der die Induktionsspule beaufschlagt wird. Unter Zahlenwert ist dabei die jeweilige Größe ohne Einheit zu verstehen. Abhängig von den Einheiten, in denen die jeweilige Größe vorliegt, muss die Formel ggf. um einen entsprechenden Korrekturfaktor ergänzt werden. Damit die Formel auch die Einheiten korrekt wiedergibt, ist ein weiterer Zusatzfaktor zu ergänzen.

[0011] Die Erfindung nutzt die in bestimmten Induktionssystemen ohnehin vorhandenen Messeinrichtungen zur Bestimmung der Ausgangsstromstärke, beispielsweise der Scheitel-Ausgangsstromstärke. Die Frequenz des Induktionssystems (Betriebsfrequenz) ist i.d.R. aus der Frequenzgenerierung im Induktionssystem bekannt. Der Vorteil der Erfindung liegt somit insbesondere darin, dass zumindest für bestimmte Induktionssysteme ein Näherungswert für die Leistung aus Größen bestimmt werden kann, die entweder ohnehin bekannt sind oder durch bereits vorhandene Messeinrichtungen ermittelt werden können. Die zusätzliche Anordnung von Messeinrichtungen entfällt.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den von Anspruch 1 abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0013] So ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Spannungsversorgung des Induktionssystems durch Anschluss an ein Stromnetz mit vorgegebener Spannung und Frequenz erfolgt, beispielsweise mit 220 V Wechselspannung mit einer Frequenz von 50 Hz.

[0014] Weiter ist es zweckmäßig, wenn die Betriebsfrequenz, mit der die Induktionsspule beaufschlagt wird, im Induktionssystem generiert wird.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Betriebsfrequenz bereits aus der Generierung der

Frequenz bekannt. Alternativ wird die Betriebsfrequenz durch Messung bestimmt bzw. ist durch Messung bestimmbar, beispielsweise mit Hilfe eines Oszillografen.

[0016] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Ausgangsstromstärke durch Messung bestimmbar oder bestimmt ist.

[0017] Bei der bekannten bzw. bestimmbaren Ausgangsstromstärke handelt es sich vorteilhafterweise um die Scheitel-Ausgangsstromstärke. Hierunter ist die maximale Stromstärke, d.h. der Spitzenwert des Ausgangs-Wechselstromsystems, zu verstehen. Selbstverständlich kann aber auch die Effektivstromstärke verwendet werden, ggf. unter Verwendung eines Korrekturfaktors.

[0018] Eine konkrete Ausbildung des Verfahrens sieht vor, dass die Leistung des Induktionssystems in der Einheit Watt ermittelt wird mittels Division des Zahlenwerts der Scheitelstromstärke in der Einheit Ampere durch den Zahlenwert der Betriebsfrequenz in der Einheit kHz und Multiplikation mit dem Faktor 1000. Dem Verfahren liegt damit folgende Formel zugrunde:

$$P = I_{\max} / f * 1000$$

[0019] Dabei ist P der Zahlenwert für die Leistung in Watt, I_{max} der Zahlenwert für die Ausgangs-Scheitelstromstärke in Ampere und f der Zahlenwert der Betriebsfrequenz in kHz. Damit die Formel auch die Einheiten richtig wiedergibt, muss ferner der Faktor 1000 mit der Einheit Volt*kHz versehen werden.

[0020] Üblicherweise wird die Ausgangs-Scheitelstromstärke in Ampere und die Frequenz in kHz angegeben. Durch die Formel gemäß der oben angeführten Ausbildung des Verfahrens wird das Verfahren derart ausgebildet, dass direkt die üblicherweise vorhandenen Zahlenwerte der jeweiligen Größen ohne weitere Einheitenumrechnung verwendet werden können.

[0021] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass aus dem bereits ermittelten Näherungswert für die Leistung ein ggf. verbesserter weiterer Näherungswert bestimmt wird, indem der bereits ermittelte Näherungswert mit einem Korrekturfaktor beaufschlagt wird. Beispielsweise kann ein entsprechender Korrekturfaktor speziell für ein bestimmtes Induktionssystem ermittelt werden. Dieser Korrekturfaktor wird dann mit dem ursprünglichen Näherungswert multipliziert und ergibt dann i.d.R. einen verbesserten Näherungswert für die Leistung des Induktionssystems.

[0022] Zweckmäßigerweise erfolgt die Berechnung des Näherungswertes für die Leistung eines Induktionssystems mit Hilfe einer Datenverarbeitungsvorrichtung. Diese kann dann den Näherungswert ausgeben bzw. anzeigen.

[0023] Das Induktionssystem, dessen Leistung mit dem Verfahren gemäß der Erfindung bestimmt werden soll, kann Teil einer Gareinrichtung, insbesondere einer Induktionsgareinrichtung, sein.

[0024] Die Funktion des Verfahrens wurde an einem Induktionssystem überprüft. Angewendet wurde dabei das erfindungsgemäße Verfahren in der bereits oben angeführten konkreten Ausbildung, der folgende Formel zugrunde liegt:

$$P = I_{\max} / f * 1000$$

[0025] Dabei ist P der Zahlenwert für die Leistung in Watt, I_{max} der Zahlenwert für die Ausgangs-Scheitelstromstärke in Ampere und f der Zahlenwert der Frequenz in kHz.

[0026] Dabei wurden Frequenz und Ausgangs-Scheitelstromstärke mit Hilfe eines Oszillografen bestimmt. Die Ausgangs-Scheitelstromstärke wurde konkret bestimmt durch Messung der Scheitel-zu-Scheitel-Stromstärke (Peak-to-Peak-Current) und Halbierung des Messwertes zur Bestimmung der Scheitel-Stromstärke (Peak-Current). Zur Kontrolle der mittels der obigen Formel ermittelten Werte für die Leistung des Induktionssystems erfolgte eine Kontrollmessung der Leistung im Eingangsstromkreis.

[0027] Das Ergebnis dieser Überprüfung der Näherungsformel ist in FIG 1 dargestellt. Dabei geben die einzelnen Spalten folgende Größen wieder:

Spalte "Frequency": Jeweils generierte Frequenz des Induktionssystems (Betriebsfrequenz) in kHz;

Spalte "peak to peak": Gemessene Scheitel-zu-Scheitel-Ausgangsstromstärke in Ampere;

Spalte "peak current": Aus Spalte "peak to peak" bestimmte Scheitel-Ausgangsstromstärke in Ampere;

Spalte "power": Gemessene Leistung;

Spalte "(peak current / frequency) * 1000": Berechnete Leistung;

Spalte "delta watt": Differenz zwischen gemessener und berechneter Leistung;

Spalte "error": Abweichung zwischen gemessener und berechneter Leistung in Prozent der gemessenen Leistung.

[0028] Die generierten Frequenzen lagen im Bereich von 23,9 bis 60,5 kHz. Die gemessene Scheitel-Ausgangsstromstärke lag im Bereich von 73,5 Ampere (bei 23,9 kHz) bis 16,5 Ampere (bei 60,5 kHz). Die gemessene Leistung lag im Bereich von 2864 W (bei 23,9 kHz) bis 307 W (bei 60,5 kHz).

[0029] Im angegebenen Frequenzbereich wurde für verschiedene Frequenzen ein Näherungswert für die Leistung mit obiger Formel bestimmt und mit dem ge-

messenen Wert verglichen. Der Fehler, d.h. die Abweichung des Näherungswerts vom Messwert, lag bei allen Messungen bei maximal 16 % des Messwerts. Im Bereich von 23,9 kHz bis 52,0 kHz lagen die Näherungswerte oberhalb der Messwerte, im Bereich von 54,0 kHz bis 60,5 kHz lagen die Näherungswerte unterhalb der Messwerte.

[0030] Der kleinste Fehler wurde bei einer Frequenz von 54 kHz ermittelt. In diesem Fall betrug die Ausgangs-Scheitelstromstärke 18,8 Ampere, die gemessene Leistung lag bei 350 Watt, die mit der Formel ermittelte bei 348 Watt. Hieraus ergibt sich ein Fehler von 1 %.

[0031] Der größte Fehler wurde bei einer Frequenz von 37,75 kHz ermittelt. In diesem Fall betrug die Ausgangs-Scheitelstromstärke 29,2 Ampere, die gemessene Leistung lag bei 646 Watt; die mit der Formel ermittelte bei 774 Watt. Hieraus ergibt sich ein Fehler von 16 %.

[0032] Bei den oben angeführten Randwerten ergaben sich Fehler von 7 % bei 23,9 kHz (Näherungswert: 3075 W) und 13 % bei 60,5 kHz (Näherungswert: 273 W).

Patentansprüche

1. Verfahren zur näherungsweise Bestimmung der Leistung eines Induktionssystems zur Erzeugung eines Induktionsfeldes,

- a) wobei das Induktionssystem wenigstens eine Induktionsspule umfasst, die mit wenigstens einer Betriebsfrequenz beaufschlagt wird,
- b) wobei an der Induktionsspule eine Ausgangsstromstärke auftritt, und
- c) wobei die Betriebsfrequenz und die Ausgangsstromstärke bestimmbar und/oder bekannt sind,
- d) bei dem ein Näherungswert für die Leistung des Induktionssystems bestimmt wird mittels Division der Ausgangsstromstärke durch die Betriebsfrequenz.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Spannungsversorgung des Induktionssystems durch Anschluss an ein Stromnetz mit vorgegebener Spannung und Frequenz erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Betriebsfrequenz im Induktionssystem generiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Betriebsfrequenz aus der Generierung der Frequenz bekannt ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Betriebsfrequenz durch Messung bestimmbar oder be-

stimmt ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Ausgangsstromstärke durch Messung bestimmbar oder bestimmt ist.

7. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, bei dem die Ausgangsstromstärke die Scheitel-Ausgangsstromstärke ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Leistung des Induktionssystems in der Einheit Watt ermittelt wird mittels Division des Zahlenwerts der Scheitelstromstärke in der Einheit Ampere durch den Zahlenwert der Betriebsfrequenz in der Einheit kHz und Multiplikation mit dem Faktor 1000.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein weiterer Näherungswert für die Leistung des Induktionssystems bestimmt wird, indem der bereits ermittelte Näherungswert mit einem Korrekturfaktor beaufschlagt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Berechnung des Näherungswertes für die Leistung eines Induktionssystems mit Hilfe einer Datenverarbeitungsvorrichtung erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Datenverarbeitungsvorrichtung den Näherungswert ausgibt und/oder anzeigt.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Induktionssystem Teil einer Garereinrichtung, insbesondere einer Induktionsgarereinrichtung, ist.

