



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 217 677 A1

3(51) H 02 P 13/16
H 02 P 13/26

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP H 02 P / 253 496 2	(22)	28.07.83	(44)	16.01.85
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71) VEB Steremat „Hermann Schlimme“ Berlin, 1055 Berlin, Storkower Straße 115, DD

(72) Fischer, Friedrich, Dr.-Ing.; Kunke, Dieter, Dr.-Ing.; Retzlaff, Werner, Dipl.-Ing.; Scheel, Peter-Timm, Dr.-Ing., DD

(54) Nachführung der Steuerfrequenz eines Umrichters für induktive Erwärmung

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Nachführung der Steuerfrequenz eines Umrichters für die induktive Erwärmung mit dem Ziel, trotz der sich ändernden Parameter des Lastkreises stets eine optimale Betriebsweise der Anlage zu gewährleisten. Das Verfahren arbeitet erfindungsgemäß mit nur einer Istwert-Größe, der Ausgangsspannung des Umrichters und an Stelle einer zweiten aus dem Leistungsteil des Umrichters heranziehenden Istwert-Größe wird eine im Steuergerät selbst vorliegende, zur Bildung der Zündimpulse bestimmte Impulsfolge genutzt. Hiermit ist die Möglichkeit einer räumlich getrennten Aufstellung von Umrichter und Erwärmungsmaschine begünstigt. Weitere Bestandteile der Erfindung betreffen eine Vergrößerung des Wirkungsbereiches und der Störfestigkeit der Regelung sowie die Verringerung des Aufwandes der schaltungstechnischen Realisierung.

Titel der Erfindung

Nachführung der Steuerfrequenz eines Umrichters für induktive Erwärmung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Nachführung der Steuerfrequenz eines Umrichters, welcher MF- oder HF-Strom für induktive Erwärmungsprozesse erzeugt, sowie eine Schaltungsanordnung zu dessen Realisierung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Statische Umrichter auf der Basis von Halbleiter-Leistungsbau-elementen, insbesondere Thyristoren, die Netzwechselstrom in einen MF- oder HF-Strom umwandeln und an Einrichtungen zur induktiven Erwärmung bereitstellen, kommen in zunehmendem Maße zum breiten industriellen Einsatz. Eine Besonderheit der Betriebsweise derartiger Umrichter ergibt sich durch die technologisch bedingten Schwankungen der Parameter der durch Induktor und Kompensationskapazität gebildeten Lastanordnung. Ziel des Steuerverfahrens muß es sein, unabhängig von den Veränderungen in der Last den sicheren Betrieb des Umrichters zu gewährleisten und nach Möglichkeit einen Arbeitspunkt einzunehmen, der maximalem Leistungsdurchsatz bei hohem Wirkungsgrad entspricht.

Für die hier betrachtete Klasse von Umrichterschaltungen lassen sich diese Verhältnisse prinzipiell durch Nachführung der Ansteuerfrequenz beeinflussen, wofür in zahlreichen Quellen Lösungen vorgeschlagen werden.

Eine vorbekannte Ausführung ist ein Verfahren, nach dessen Konzeption sowohl das Erfordernis eines sicheren Betriebes als auch das Ziel maximalen Leistungsdurchsatzes berücksichtigt wird. Der die Leistung betreffende Lösungsteil besitzt jedoch einen Nachteil, welcher sich aus der Tatsache ergibt, daß zur Verringerung der Zahl der Schnittstellen im Gerät die Frequenzregelung auf der Basis nur eines Istwertes, des Eingangsgleichstromes I_d , konzipiert wurde. Die in diesem Zusammenhang vorgeschlagene Maximalwert-Stromregelung besitzt prinzipbedingt eine unstetige Arbeitsweise mit Zweipunktverhalten, was eine Pendelung des Arbeitspunktes um das Leistungsmaximum zur Folge hat. Hierdurch bleibt der Mittelwert der Leistung gegenüber dem Maximalwert zurück, so daß die projektierte Leistung des Umrichters nicht vollständig genutzt werden kann.

Andere Lösungen, die auf der Basis stetiger Regelungen arbeiten, ziehen zur Bestimmung des optimalen Arbeitspunktes verschiedene weitere Größen heran. So werden z. B. der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung im Lastkreis, der induktive und der kapazitive Strom eines Parallelschwingkreises sowie die induktive und die kapazitive Spannung eines Reihenschwingkreises ausgewertet. Ein Nachteil dieser Verfahren ergibt sich durch das Erfordernis, zwei unterschiedliche Istwerte zu erfassen und zu verknüpfen. Für den in der Induktionserwärmung verbreiteten Fall einer Ausbildung des Lastkreises als Parallelschwingkreis sind einer oder beide Istwerte in Form von Strömen zu entnehmen, weswegen zusätzliche Meßglieder erforderlich werden.

Während Umrüst- und Abgleicharbeiten wird der Umrichter häufig bei nichtabgestimmtem Lastkreis gestartet und betrieben. In diesen Betriebsfällen sind die gegenwärtigen Verfahren meistens nicht in der Lage, den Arbeitspunkt des Umrichters in den Fangbereich der Frequenznachführung hineinzuziehen, so daß zusätzliche Starthilfseinrichtungen erforderlich werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Einrichtung zur Frequenznachführung eines Umrichters für die induktive Erwärmung, mit dem die Einstellung eines angestrebten optimalen Arbeitspunktes des Umrichters bei stetiger Arbeitsweise der Regelung gewährleistet wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines Verfahrens, das nur mit einer, möglichst leicht erfaßbaren Istwert-Größe auskommt. Die Art der Istwerverfassung soll die Möglichkeit einer räumlichen Trennung von Umrichter und Lastkreis nicht einschränken. Die Frequenznachführung soll so beschaffen sein, daß auch bei nichtangepaßtem Lastkreis Start und Betrieb des Umrichters möglich sind.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem Bestimmung und Einstellung des optimalen Arbeitspunktes anhand nur einer aus dem Leistungsteil zu erfassenden Istwert-Größe der Umrichter-Ausgangsspannung erfolgt und daß anstelle einer zweiten aus dem Leistungsteil des Umrichters heranzuziehenden Istwert-Größe eine im Steuergerät selbst vorliegende, zur Bildung der Zündimpulse bestimmte Impulsfolge genutzt wird. Die aus dem Istwert der Umrichter-Ausgangsspannung abgeleitete Impulsfolge wird mit der Impulsfolge der Zündimpulse verglichen und die Dauer der gemeinsamen Impulspause beider Impulsfolgen zum Zwecke der Frequenznachführung in Richtung auf den optimalen Arbeitspunkt des Umrichters ausgewertet.

Ausführungsbeispiel

Das erfindungsgemäße Verfahren wird in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert.

Aus dem Leistungsteil wird nur eine Istwert-Größe, die Umrichter-Ausgangsspannung u_L erfaßt.

Durch hochohmigen Anschluß an die Eingänge eines Differenzverstärkers 1 ist faktisch eine Potentialtrennung zwischen Leistungskreis und Steuereinrichtung sichergestellt. Nach Passieren eines Filters 2 steht am Ausgang des Komparators 3 eine Impulsfolge mit Lastfrequenz zur Verfügung.

Der für den Regelvergleich erforderliche zweite Informationskanal wird nicht aus dem Leistungsteil des Umrichters bezogen, sondern es wird erfindungsgemäß hierzu eine zur Bildung der Zündimpulse bestimmte Impulsfolge genutzt. Der Vergleich beider Impulsfolgen geschieht mittels einer logischen Verknüpfung 5, in deren Ergebnis eine Spannung zur Verfügung steht, deren Mittelwert proportional der gemeinsamen Impulspause beider Impulsfolgen ist. Diese Spannung gelangt auf einen Komparator 6 mit Integrierverhalten, dessen Ausgangsspannung sich in Abhängigkeit von der Größe der Eingangsspannung und der Höhe des eingestellten Komparator-Schwellwertes stetig vergrößert oder verkleinert. Ein darauffolgender spannungsgesteuerter Generator 7 liefert Rechteckimpulse einer dementsprechend veränderlichen Frequenz, die dem Niveau der Umrichter-Nennfrequenz entspricht.

Der beschriebene Vergleich beider Impulsfolgen wird jedoch nicht auf der Ebene der Nennfrequenz des Umrichters durchgeführt, sondern erfolgt erfindungsgemäß bei deren halbem Wert. Hierdurch wird der Regelbereich der Frequenznachführung erweitert, so daß ein sicherer Betrieb des Umrichters auch in Fällen grober Fehlanpassung der Last (z. B. bei Abgleicharbeiten nach Induktorwechsel) gewährleistet ist. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt eine Frequenzteilung sowohl der aus dem Istwert aufbereiteten und am Ausgang des Komparators 3 vorliegenden als auch der vom Generator 7 erzeugten Impulsfolge in getrennten Flip-Flop-Stufen 4; 9. Aus den Signalen, die dem invertierenden und dem nichtinvertierenden Ausgang der Stufe 9 zu entnehmen sind, werden außerdem über Zeitglieder 12 die Zündimpulse für beide Diagonalen des im Umrichter enthaltenen Wechselrichters gewonnen.

Um bei dem Vergleich in der Verknüpfung 5 die zur Realisierung der gewünschten Regelkennlinie der Frequenznachführung erforderliche Phasenlage der beiden verwendeten Impulsfolgen sicherzu-

stellen, ist prinzipiell eine Voreinstellung der Flip-Flop-Stufen 4; 9 ausreichend. Um jedoch die Störfestigkeit der Anordnung und damit die Stabilität des Verfahrens zu erhöhen, erfolgt erfindungsgemäß ein periodisches Setzen der Flip-Flop-Stufe 4 im Takt der von der Stufe 9 ausgegebenen und durch Zeitglieder 12 geformten Zündimpulse.

Die Blöcke 10 und 11 sind logische Verknüpfungsglieder, die gewährleisten, daß im Falle des Signales "Freihaltezeit unterschritten" die Steuerfrequenz dem oberen Grenzwert zustrebt und daß im Falle des Signales "HF AUS" zusätzlich hierzu über das logische Verknüpfungsglied 8 die Zündimpulse gesperrt werden.

Erfindungsansprüche

1. Verfahren zur Nachführung der Steuerfrequenz eines Umrichters für die induktive Erwärmung dadurch gekennzeichnet, daß Bestimmung und Einstellung des optimalen Arbeitspunktes an Hand nur einer aus dem Leistungsteil zu erfassenden Istwert-Größe, der Umrichter-Ausgangsspannung, erfolgt, und daß an Stelle einer zweiten, aus dem Leistungsteil des Umrichters heranzuziehenden Istwert-Größe eine im Steuergerät selbst vorliegende, zur Bildung der Zündimpulse bestimmte Impulsfolge genutzt wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die aus dem Istwert der Umrichter-Ausgangsspannung abgeleitete Impulsfolge mit der Impulsfolge der Zündimpulse verglichen und die Dauer der gemeinsamen Impulspause beider Impulsfolgen zum Zwecke der Frequenznachführung in Richtung auf den optimalen Arbeitspunkt des Umrichters ausgewertet wird.
3. Verfahren nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Auswertung zur Erweiterung des Regelbereiches der Frequenznachführung auf der Ebene der halben Umrichter-Nennfrequenz durchführbar ist.
4. Verfahren nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß durch periodisches Setzen einer im Kanal der Aufbereitung des Istwertes der Umrichter-Ausgangsspannung liegenden Flip-Flop-Stufe durch einen Zündimpuls eine Erhöhung der Störfestigkeit der Regelkennlinie der Frequenznachführung erfolgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

