

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1324/2003 (51) Int. Cl.⁷: **G01R 31/00**
(22) Anmeldetag: 2003-08-22 H02P 21/00
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-06-15
(45) Ausgabetag: 2006-01-15

(56) Entgegenhaltungen:
CH 472146 DE 19532149A1
DE 19724946A1 DE 19817224A1

(73) Patentinhaber:
WOLBANK THOMAS M. DIPL.ING. DR.
A-1050 WIEN (AT).

(72) Erfinder:
WOLBANK THOMAS M. DIPL.ING. DR.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUR ERKENNUNG VON FEHLERZUSTÄNDEN IN DREHFELDMASCHINEN WÄHREND DES BETRIEBES

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Asymmetrien in Drehstrommaschinen, wie sie beispielsweise bei Defekten in den Lagern, im Rotor, oder in der Statorwicklung auftreten. Dabei werden die Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität aus einem Vergleich zwischen gemessenen und geschätzten Werten der Phasengrößen der Stromes oder der Spannung ermittelt. Aus Abweichungen der einzelnen Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität voneinander können, während des Betriebes der Drehstrommaschine, Asymmetrien in der Maschine erkannt und lokalisiert werden.

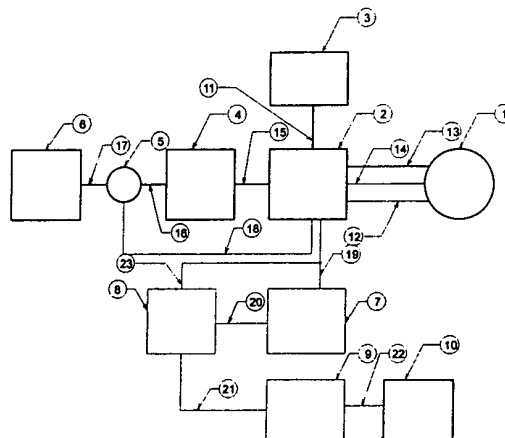


Fig. 1 Erfindungsgegenstand: Verfahren zur Erkennung von Fehlerzuständen in Drehfeldmaschinen während des Betriebes, durch Auswertung von Unterschieden der Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Fehlerzuständen in Drehfeldmaschinen während des Betriebes, wie es im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

5 Nach dem derzeitigen Stand der Technik werden bei drehzahlstellbaren Antrieben überwiegend Drehstrommaschinen mit Umrichtern eingesetzt. Die von den schnell schaltenden Leistungs-
halbleitern der modernen Umrichter hervorgerufenen extrem schnellen Spannungsänderungen
bedeuten eine außerordentliche Belastung für die Isolation der Statorwicklung der Maschinen.
Die Folge dieser außerordentlichen Belastung ist eine Zunahme von Wicklungsisolationsfehlern
10 in Maschinen, die zur Bildung von Windungskurzschlüssen führen und meist mit der Zerstörung
der Wicklung und damit mit einem Ausfall des Antriebs enden. Aber auch Fehler im Rotor,
beispielsweise durch Exzentrizität als Folge eines Schadens an den Lagern können zu Ausfällen
von Antrieben führen.

15 Aber auch bei Drehfeldmaschinen die an einer sinusförmigen Spannungsversorgung betrieben
werden treten - wenn auch nicht so häufig - dieselben Schäden auf.

Durch eine frühzeitige Erkennung solcher Fehler kann ein Totalausfall des Antriebs verhindert
und die notwendige Reparaturzeit reduziert werden.

20 Derzeit ist eine solche betriebsmäßige Erkennung nur mit hohem Aufwand an Rechenleistung
sowie mit zusätzlichen Sensoren möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Maschine während des Betriebes zu überwachen und
Asymmetrien, die durch Fehler in der Maschine hervorgerufen werden, frühzeitig zu erkennen.

25 Diese Aufgabe wird gelöst, indem während des Betriebes der Maschine, die Phasenstromänderungen,
verursacht von an den Maschinenklemmen angelegten Spannungen, erfasst und ausgewertet werden.
In weiterer Folge werden durch einen Zustandsbeobachter der Maschine die
Maschinenparameter der einzelnen Phasen ermittelt. Aus einem Vergleich der Parameter der
30 einzelnen Phasen kann anschließend eine Asymmetrie in der Maschine, wie sie bei Fehlern im
Stator oder im Rotor auftritt erkannt und lokalisiert werden.

35 Dies wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1 und
2 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu
entnehmen.

40 Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen werden im weiteren anhand der, in
den im folgenden angegebenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Figur 1 Die Grundstruktur (vereinfachte, schematische Darstellung) einer Anordnung zur Anwendung
des erfindungsgemäßen Verfahrens.

45 *Figur 2* Die Grundstruktur (vereinfachte, schematische Darstellung) einer Anordnung zur Ermittlung
der Phasenwerte der Maschinenparameter zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

50 In Figur 1 ist eine Vorrichtung zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens als Block-
schaltbild für eine Drehstrommaschine, gespeist von einem dreiphasigen, aus einem Spannungsnetz
versorgten, Umrichter erläutert. Dabei ist der erste Eingang einer Drehstrommaschine 1 über eine erste
Energieleitung 13 mit dem ersten Ausgang eines Umrichters 2 verbunden und der zweite Eingang der
Drehstrommaschine 1 ist über eine zweite Energieleitung 14 mit dem zweiten Ausgang des Umrichters 2
verbunden und der dritte Eingang der Drehstrommaschine 1 ist über eine dritte Energieleitung 12 mit
dem dritten Ausgang des Umrichters 2 verbunden. Der Umrichter 2 ist über eine vierte Energieleitung 11
55 an das Spannungsnetz 3 ge-

schaltet. Der vierte Ausgang des Umrichters ist über eine erste Signalleitung 18 mit dem negativen Eingang des Summiergliedes 5 verbunden und das Sollwertvorgabeglied 6 ist über eine zweite Signalleitung 17 mit dem positiven Eingang des Summiergliedes 5 verbunden. Der Ausgang des Summiergliedes 5 ist über eine dritte Signalleitung 16 mit dem Eingang des Regelungsgliedes 4 verbunden und das Regelungsglied 4 ist über eine vierte Signalleitung 15 mit dem Umrichter 2 verbunden. Der fünfte Ausgang des Umrichters 2 ist über eine fünfte Signalleitung 19 mit dem Eingang eines Maschinenmodelgliedes 7 und über eine sechste Signalleitung 23 mit dem ersten Eingang eines Zustandsbeobachtergliedes 8 verbunden und der Ausgang des Maschinenmodelgliedes 7 ist über eine siebente Signalleitung 20 mit dem zweiten Eingang des Zustandsbeobachtergliedes 8 verbunden. Der Ausgang des Zustandsbeobachtergliedes 8 ist über eine achte Signalleitung 21 mit dem Eingang eines Symmetrieüberwachungsgliedes 9 verbunden und der Ausgang des Symmetrieüberwachungsgliedes 9 ist über eine neunte Signalleitung 22 mit dem Fehlersignalauswertungsglied 10 verbunden.

Bei dieser Anordnung ist es auf relativ einfache Art und Weise möglich, das erfindungsgemäße Verfahren laut Anspruch 1 zu verwirklichen.

In Figur 2 ist eine Vorrichtung zur Ermittlung eines einzelnen Phasenwertes des Maschinenparameters Streuinduktivität in Form eines Beobachters zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens als Blockschaltbild für eine Drehstrommaschine erläutert.

Dabei ist der Ausgang des Phasenstromermittlungsgliedes 27 über eine Signalleitung 36 mit dem ersten Eingang des Proportionalitätsgliedes 30, sowie über eine Signalleitung 33 mit dem ersten Eingang des Maschinenparameteradaptionsgliedes 25 und über eine Signalleitung 35 mit dem ersten Eingang des Integrationsgliedes 24 verbunden. Der Ausgang des Phasenspannungsermittlungsgliedes 28 ist über eine Signalleitung 39 mit dem ersten Eingang des Summiergliedes 26 verbunden und der Ausgang des Induziertespannungsermittlungsgliedes 29 ist über eine Signalleitung 40 mit dem zweiten Eingang des Summiergliedes 26 verbunden. Der Ausgang des Proportionalitätsgliedes 30 ist über eine Signalleitung 37 mit dem dritten Eingang des Summiergliedes 26 verbunden und der Ausgang des Summiergliedes 26 ist über eine Signalleitung 41 mit dem zweiten Eingang des Integrationsgliedes 24 verbunden. Der erste Ausgang des Maschinenparameteradaptionsgliedes 25 ist über eine Signalleitung 38 mit dem dritten Eingang des Integrationsgliedes 24 verbunden, und der Ausgang des Integrationsgliedes 24 ist über eine Signalleitung 34 mit dem zweiten Eingang des Maschinenparameteradaptionsgliedes 25 verbunden. Der zweite Ausgang des Maschinenparameteradaptionsgliedes 25 ist über eine Signalleitung 32 mit dem Eingang des Phasenparameterspeichergliedes 31 verbunden und der dritte Ausgang des Maschinenparameteradaptionsgliedes 25 ist über eine Signalleitung 42 mit dem zweiten Eingang des Proportionalitätsgliedes 30 verbunden.

Bei dieser Anordnung ist es auf relativ einfache Art und Weise möglich, das erfindungsgemäße Verfahren laut Anspruch 1 zu verwirklichen.

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert werden. Zu dem Zweck ist in Figur 1 eine Anordnung für die das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 Anwendung finden kann, in Form eines Blockschaltbildes dargestellt.

In dem Ausführungsbeispiel einer, von einem Umrichter 2 gespeisten Drehstrommaschine 1 werden zum verlustarmen Betrieb der Maschine die Phasenströme durch geeignetes Pulsen der Leistungshalbleiter möglichst sinusförmig nachgebildet. Durch dieses Pulsen entsteht eine ständige transiente Anregung der Maschine 2 und die Maschine 2 reagiert auf jeden Spannungspuls mit einer Änderung ihrer Phasenströme. Die gemessenen Phasenstromsignale sowie die Phasenspannungssignale werden vom Umrichter 2 an das Maschinenmodellglied 7 übertragen wo die induzierte Spannung berechnet und an das Zustandsbeobachterglied 8 weitergeleitet wird. Das Zustandsbeobachterglied 8 ermittelt aus den vom Umrichter 2 übermittelten Werten der Phasenstromsignale sowie der Phasenspannungssignale und mit den von

dem Maschinenmodellglied 7 übermittelten Phasenwerten der induzierten Spannung die Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität der Maschine 2. Die Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität der Maschine 2 werden vom Zustandsbeobachterglied 8 an das Symmetrieüberwachungsglied 9 weitergeleitet wo Unterschiede in den einzelnen Phasen erkannt und als Asymmetrieinformation an das Fehlersignalauswertungsglied 10 weitergeleitet werden. Im Fehlersignalauswertungsglied erfolgt schließlich die Erkennung ob ein Fehler vorliegt aus dem Betrag der Asymmetrieinformation. Die Zuordnung des Fehlers zu Stator oder Rotor erfolgt aus der Periodizität der Asymmetrieinformation. Weiters wird mit der Phasenlage der Asymmetrieinformation die Lokalisierung des Fehlers durchgeführt.

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll eine weiter vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung näher erläutert werden. Zu dem Zweck ist in Figur 2 eine Anordnung für die das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 Anwendung finden kann, in Form eines Blockschaltbildes dargestellt.

In dem Ausführungsbeispiel des Zustandsbeobachters einer einzelnen Phase wird der Wert der Phasenspannung vom Phasenspannungsmittlungsglied 28 an den positiven Eingang des Summiergliedes 26 geführt. Der Wert des Phasenstromes wird vom Phasenstromermittlungsglied 27 an das Proportionalitätsglied 30 geführt, wo er mit dem Phasenwert des Statorwiderstandes multipliziert wird und an einen negativen Eingang des Summiergliedes 26 geführt wird. Der Phasenwert der induzierten Spannung wird vom Induziertespannungermittlungsglied 29 an einen negativen Eingang des Summiergliedes 26 geführt. Der Ausgangswert des Summiergliedes 26 wird zum Integrationsglied 24 geführt und dort zum Schätzwert der Phasenstromes aufintegriert. Der Phasenstrom aus dem Phasenstromermittlungsglied 27 wird als zusätzlicher Eingang an das Integrationsglied 24 geführt um am Ende einer Abtastzeit den aufintegrierten Schätzwert des Phasenstromes auf den tatsächlich ermittelten Wert zu setzen. Der aufintegrierte Schätzwert des Phasenstromes und der Ausgang des Phasenstromermittlungsgliedes 27 wird an je einen Eingang des Maschinenparameteradaptionsgliedes 25 geführt, wo einmal pro Abtastzeit aus der Abweichung zwischen dem aufintegrierte Schätzwert und dem Ausgang des Phasenstromermittlungsgliedes die aktuellen Phasenwerte der Parameter Streuinduktivität und Statorwiderstand ermittelt werden. Der Phasenwert des Parameters Streuinduktivität wird als neuer Parameterwert an das Integrationsglied 24 weitergeleitet und der Parameter Statorwiderstand wird als neuer Parameterwert an das Proportionalitätsglied 30 weitergeleitet.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Erkennung von Fehlerzuständen in Drehfeldmaschinen, während des Betriebes, *dadurch gekennzeichnet*, dass für jede Phase die Abweichung des Istwertes des Phasenstromes von dem Schätzwert des Phasenstromes zur Ermittlung des Phasenwertes des Parameters Streuinduktivität verwendet wird, und dass die Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität auf Symmetrie überprüft werden, und dass Abweichungen von der Symmetrie zur Erkennung und Lokalisierung von Fehlerzuständen verwendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Ermittlung der Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität die Abweichungen der Istwerte der Phasenspannungen von Schätzwerten der Phasenspannung verwendet werden.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

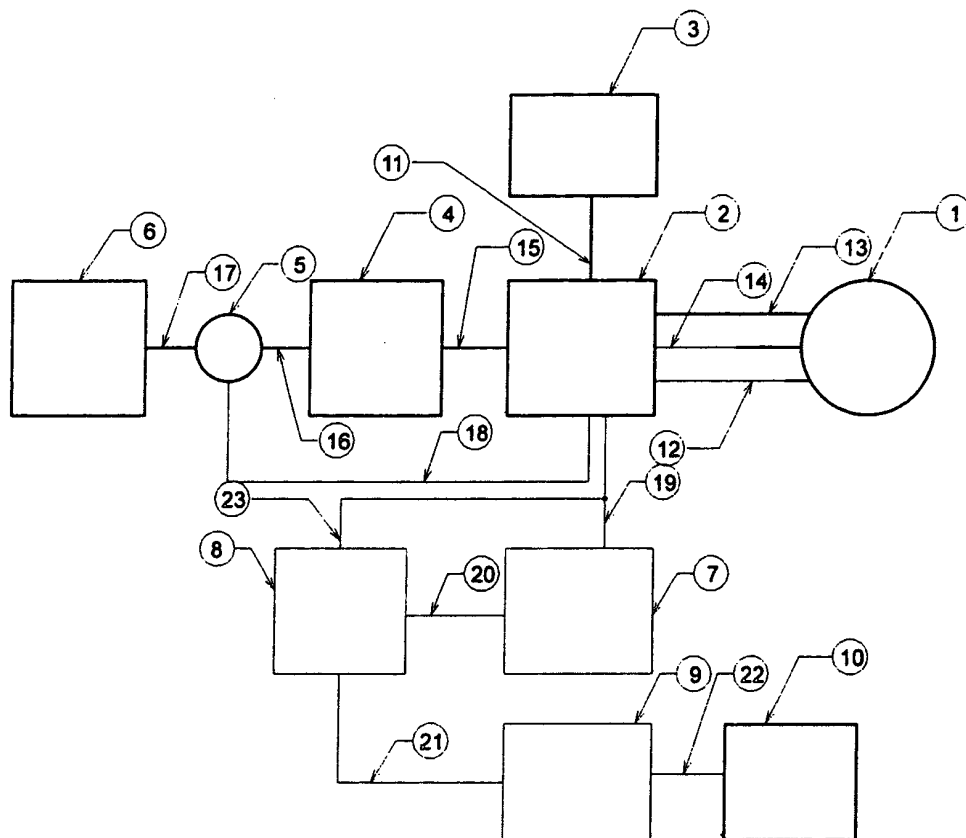


Fig. 1 Erfindungsgegenstand: Verfahren zur Erkennung von Fehlerzuständen in Drehfeldmaschinen während des Betriebes, durch Auswertung von Unterschieden der Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität.

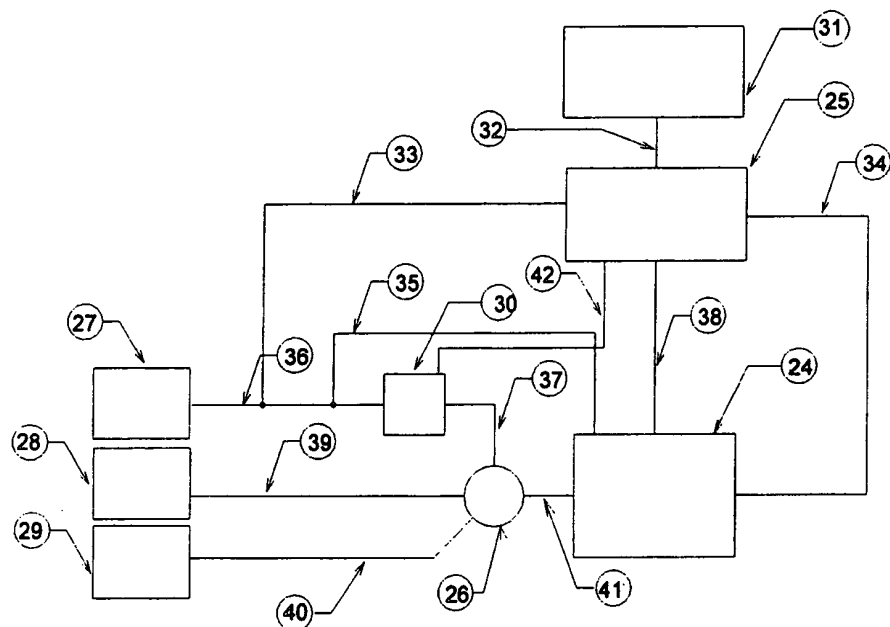


Fig. 2 Erfindungsgegenstand: Verfahren zur Erkennung von Fehlerzuständen in Drehfeldmaschinen während des Betriebes, durch Auswertung von Unterschieden der Phasenwerte des Parameters Streuinduktivität.