

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 466/2005 (51) Int. Cl.⁸: **G01R 23/06** (2006.01)
G01R 23/00 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2005-03-18
(43) Veröffentlicht am: 2007-11-15

(56) Entgegenhaltungen:
JP 58102167A US 4567874A
US 4598251A DE 19905077A1
DE 2846425A1

(73) Patentanmelder:
HIMMELSTOSS FELIX DIPL.ING. DR.
A-2351 WR. NEUDORF (AT)

(72) Erfinder:
HIMMELSTOSS FELIX DIPL.ING. DR.
WR. NEUDORF (AT)
EDELMOSEER KARL DIPL.ING. DR.
WIEN (AT)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERKENNUNG EINES GLEICHSTROMANTEILS IN EINEM EIN- ODER MEHRPHASENNETZ

- (57) Es wird ein Verfahren zur Erkennung eines Gleich-
anteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz, bei dem
die Frequenz eines Oszillators durch den Gleich-
stromanteil verändert und die Frequenzänderung
entsprechend ausgewertet wird, vorgestellt. Alle
Leitungen des zu überwachenden Ein- oder Mehr-
phasennetzes werden auf den Kern, auf dem die
Spule des Oszillators aufgebracht ist, ein oder
mehrmals gewickelt und die Veränderung der Fre-
quenz gemessen. Der Magnetkreis hat durch Beein-
flussung des Luftspalts eine stark nichtlineare Kenn-
linie. Überschreitet die Frequenzänderung des
Oszillators einen bestimmten Wert, so kann eine
Meldung ausgegeben und/oder über eine Schaltvor-
richtung das Ein- oder Mehrphasennetz abgeschal-
tet werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz mit einem LC-Oszillator bzw. eine Vorrichtung zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz bestehend aus einem Magnetkreis mit stark arbeitpunktsabhängigem Magnetmaterial, auf dem die Wicklung einer Spule aufgebracht ist, wobei alle Leitungen des zu überwachenden Ein- oder Mehrphasennetzes durch den Magnetkern ein- oder mehrmals gesteckt werden bzw. der/die zu überwachende/n Strom/Ströme durch weitere über den Magnetkern verkoppelte auf den Kern aufgebrachte Wicklungen fließt/fließen.

Besonders bei der Einspeisung in das Netz sind Gleichstromanteile zu vermeiden. Übersteigt die Gleichstromkomponente einen bestimmten Wert, so sollte eine Abtrennung vom Netz erfolgen. Man benötigt also einen Fehlerstromschutzschalter, der bei Überschreiten eines bestimmten vorgegebenen Gleichstromwerts eine Netztrennung vornimmt. Es wird nun folgendes Verfahren zur Erkennung eines Gleichanteils vorgeschlagen. Die Anschlussleitungen des zu überwachenden Stromkreises werden in bekannter Weise durch einen Magnetkreis geführt. Auf diesem befindet sich eine Wicklung, die die Spule eines LC-Oszillators darstellt. Die Frequenz des Oszillators wird im Wesentlichen durch die wirksame Kapazität und die verwendete Induktivität gemäß $f(i) = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1}{L(i) \cdot C}}$ festgelegt. Die Betriebsspannung des Oszillators ist klein gewählt, sodass die Aussteuerung des Magnetkerns nur gering ist. Kommt es nun zu einem Gleichstromanteil im Strom, so verschiebt sich der Arbeitspunkt der Oszillatorwicklung und durch die Nichtlinearität des Magnetkreises kommt es zu einer Veränderung der Induktivität und daher zu einer Veränderung der Oszillatorfrequenz. Übersteigt die Änderung der Frequenz einen bestimmten Wert, so kann man über einem Komparator eine Trennung des Stromkreises veranlassen. Eine sehr einfache Möglichkeit die Frequenzänderung zu erfassen ist eine PLL. Die VCO Frequenz der PLL ist im eingerasteten Zustand proportional (wenn in der Rückführung ein Frequenzteiler eingebaut ist) oder gleich der Eingangsfrequenz. Eine Änderung der Frequenz am Eingang erzeugt daher eine Änderung der Spannung am Eingang des VCO. Diese kann leicht mit einem Komparator überwacht werden und damit der Ausschaltvorgang eingeleitet werden.

Zum Ausdruck „mehrfach gesteckt“ und zur Frage „wie erfolgt die Frequenzänderung eines Oszillators durch den Gleichstromanteil genau, bzw. wie wird die Frequenzänderung genau ausgewertet“: Die Spule, die die Frequenz des Oszillators festlegt, ist auf einem Eisenkern, typisch einem Ferritkern, gewickelt. Diese Spule ist die Induktivität eines Oszillators. Der Arbeitspunkt stellt sich im Zentrum der Magnetisierungskennlinie (Fluss-Feldstärke/magn. Erregung) ein, da der Oszillator eine reine Wechselspannung produziert. Wickelt man nun einen stromdurchflossenen Leiter um den Magnetkern, so erzeugt der durch diese eine Windung fließende Strom eine magnetische Durchflutung (Feldstärke), die den Arbeitspunkt des Magnetkreises verschiebt. Dadurch kommt es zu einer Veränderung der Induktivität der Oszillatorspule und daher zu einer Frequenz. Je größer der Strom durch diese Zusatzwindung ist, umso größer ist die Durchflutung und umso größer ist die Verschiebung des magnetischen Arbeitspunkts vom Nullpunkt. Man kann also, um eine größere Wirkung des Stroms zu erzielen, die vom Strom durchflossene Leitung mehrmals durch den Kern fädeln, d.h. mehrere Windungen aufbringen. Die dadurch erzeugte Durchflutung ist dann um die Windungszahl größer. Im Rahmen der gegenständlichen Erfindung soll der Gleichstromanteil in einem Ein- oder Mehrphasennetz erfasst werden. Daher sind der Leiter (L) und der neutrale Leiter (N) gemeinsam ein oder mehrfach (Einphasennetz) oder die drei Leiter (L1, L2, L3) und der neutrale Leiter (N) gemeinsam ein- oder mehrfach über den Magnetkreis zu wickeln. Die Wechselstromkomponenten erzeugen dabei eine Summendurchflutung von im Mittel null, der magnetische Arbeitspunkt liegt in der Mitte der Magnetisierungskurve. Gibt es nun im Netz eine Gleichstromkomponente, so kommt es zu einer Verschiebung des magnetischen Arbeitspunktes, daher kommt es weiters zu einer Verkleinerung der Induktivität und damit zu einer Erhöhung der Oszillatorfrequenz. Diese Frequenz kann ausgewertet werden, am leichtesten, indem man das Oszillatorsignal als eine Frequenzmodulation durch die Gleichstromkomponente auffasst und das Oszillatorsignal einer PLL

zuführt. Das Eingangssignal des VCOs ist dann das demodulierte Signal, dieses ist umso größer je größer die Gleichstromkomponente ist. Möchte man bei einem gewissen, vorgeschriebenen Gleichanteil eine Netztrennung durchführen, so wird bei Überschreitung einer eingestellten Grenze ein Trennrelais oder ein Trennschütz angesteuert und so der Stromkreis getrennt.

5

Im Rahmen der Patentrecherche wurden die folgenden Dokumente ermittelt, die jetzt kurz besprochen werden.

10

JP 58102167 A (TSURUGA DENKI SEISAKUSHO KK) zeigt ein einfaches Verfahren zur Frequenzmessung. Im Rahmen der gegenständlichen Erfindung wird jedoch eine PLL zur Bestimmung der Oszillatorfrequenz vorgeschlagen.

15

US 4 567 874 A (ROUANES) behandelt eine Zündvorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen. Dazu wird mindestens ein Transformator zur Erzeugung der Zündspannung verwendet. Um die Spannungserhöhung von Resonanzkreisen zu nutzen, kann man Kondensatoren parallel zu den Transformatorwicklungen schalten. Es entstehen dadurch Schwingungen, deren Frequenz indirekt proportional der Wurzel aus dem Produkt von Kapazitäts- mit Induktivitätswert ist. Angeregt durch ein Steuersignal kommt es zu Schwingungen. Schaltungstechnisch kann man den so entstehenden Oszillator als *single ended oscillator*, wie er zur Erzeugung von Schwingungen im Hoch- und Höchsthochfrequenzbereich verwendet wird, bezeichnen.

20

25

US 4 598 251 A (WEHRS) zeigt eine Schaltung zur Umformung einer Frequenz in einen proportionalen Strom. Diese Schaltung wäre auch prinzipiell zur Auswertung des Frequenzsignals, welches bei der gegenständlichen Erfindung auftritt, geeignet. Die Auswertung mit der PLL ist aber m.E. schaltungstechnisch leichter.

30

DE 199 05 077 A1 (SIEMENS AG) zeigt ein Verfahren zur Umwandlung eines Frequenzsignals in eine Gleichspannung. Mit Hilfe von kostengünstigen Monoflops wird dabei ein Frequenz-Spannungswandler aufgebaut. Auch hier gilt das zu US 4 598 251 A Gesagte.

35

DE 28 46 425 A1 (SOCIETE POUR L'EQUIPMENT DE VEHICULES S.A.) zeigt eine Vorrichtung für die Erzeugung und Verteilung des Zündstroms für einen Verbrennungsmotor. Dazu werden magnetisch gekoppelte Spulen verwendet, der Bezug zur gegenständlichen Erfindung liegt nur in der Verwendung von gekoppelten Spulen.

40

Die Aufgabe der Erfindung ist es, auf einfache Weise die Gleichstromkomponente in einem Ein- oder Mehrphasennetz zu erfassen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass alle Leitungen des zu überwachenden Ein- oder Mehrphasennetzes auf den Magnetkern, auf dem die Spule des Oszillators aufgebracht ist, ein oder mehrmals gewickelt werden und die Veränderung der Frequenz gemessen wird, bzw. dass die Spule als frequenzbestimmende Induktivität eines LC-Oszillators dient und die Frequenz des Oszillators gemessen wird.

45

Die Aufgabe wird also (ganz allgemein) dadurch gelöst, dass die Frequenz eines Oszillators durch den Gleichstromanteil verändert wird und die Frequenzänderung entsprechend ausgewertet wird. Speziell dient als Oszillator eine LC-Oszillator, bei dem die Schwingfrequenz durch einen LC Schwingkreis festgelegt wird. Dabei werden alle Leitungen des zu überwachenden Ein- oder Mehrphasennetzes durch den Magnetkern, auf dem die Spule des Oszillators aufgebracht ist, ein oder mehrmals gesteckt und die Veränderung der Frequenz gemessen. Dabei wird das Oszillatorsignal einer Frequenzdemodulation zugeführt und das Demodulationssignal als Maß für den fließenden Gleichstromanteil verwendet.

50

55

Um eine starke Abhängigkeit der Induktivität und daher der Frequenz vom Messstrom zu erzielen, kann man einen entsprechend geformten Luftspalt in den Magnetkreis einbauen. Die Kernmaterialien haben einen über den Querschnitt konstanten Luftspalt. Dadurch bleibt der Induktivitätswert unabhängig vom durchfließenden Strom konstant (solange die Spule nicht in Sätti-

gung kommt). Macht man jedoch den Luftspalt nicht gleichmäßig, sondern über den Querschnitt veränderlich, so wird bei kleinen Strömen der magnetische Fluss sich über dem Eisenkreis schließen, ohne wesentlich über den Luftspaltbereich zu fließen. Der AL-Wert des Kernmaterials ist daher hoch und der Induktivitätswert der Spule groß. Mit steigendem Strom wird der entstehende Fluss immer mehr auch über den Luftbereich fließen, der Kernbereich in unmittelbarer Nähe dieses Luftbereichs wird sich zu sättigen beginnen und das vom magnetischen Fluss durchflossene Luftvolumen wird größer. Mit der Vergrößerung des Luftspalts kommt es zu einer Verringerung des AL-Werts und damit zu einer Verringerung des Induktivitätswertes. Durch die Veränderung der Luftspaltform erreicht man für kleine Ströme einen größeren Induktivitätswert, der sich mit zunehmendem Strom verringert.

Der Luftspalt des Eisenkerns hat also keine konstante Luftspaltlänge. Das Kernmaterial wird im Bereich des Luftspalts in Form eines Kegels, eines Kegelstumpfs, einer Pyramide, eines Pyramidenstumpfs, beliebiger Bombierungen, mehrerer Kegel, mehrerer Kegelstümpfe, mehrerer Pyramiden, mehrerer Pyramidenstümpfe, schräg oder in Dachform ausgeführt. Das Kernmaterial kann dabei im Bereich des Luftspalts auf beiden Seiten oder nur auf einer Seite ungleichmäßig ausgeführt sein.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz mit einem LC-Oszillator *dadurch gekennzeichnet*, dass alle Leitungen des zu überwachenden Ein- oder Mehrphasennetzes auf den Magnetkern, auf dem die Spule des Oszillators aufgebracht ist, ein oder mehrmals gewickelt werden und die Veränderung der Frequenz gemessen wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Oszillatorsignal einer Frequenzdemodulation zugeführt und das Demodulationssignal als Maß für den fließenden Gleichstromanteil verwendet wird.
3. Vorrichtung zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz bestehend aus einem Magnetkreis mit stark arbeitspunktsabhängigem Magnetmaterial, auf dem die Wicklung einer Spule aufgebracht ist, wobei alle Leitungen des zu überwachenden Ein- oder Mehrphasennetzes durch den Magnetkern ein- oder mehrmals gesteckt werden bzw. der/die zu überwachende/n Strom/Ströme durch weitere über den Magnetkern verkoppelte auf den Kern aufgebrachte Wicklungen fließt/en *dadurch gekennzeichnet*, dass die Spule als frequenzbestimmende Induktivität eines LC-Oszillators dient und die Frequenz des Oszillators gemessen wird.
4. Vorrichtung zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz gemäß Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Oszillatorsignal einer Frequenzdemodulation zugeführt und das Demodulationssignal als Maß für den fließenden Gleichstromanteil verwendet wird.
5. Vorrichtung zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz gemäß Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass als Frequenzdemodulator eine PLL verwendet wird.
6. Vorrichtung zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die dem Gleichanteil proportionale Spannung einem Komparator zugeführt und mit einer einstellbaren Schwelle verglichen wird; das Ausgangssignal kann als Grenzwertdetektor dienen oder eine Schaltung betätigen, mit der das zu überwachende Ein- oder Mehrphasennetz abgeschaltet wird.

- 5 7. Vorrichtung zur Erkennung eines Gleichanteils in einem Ein- oder Mehrphasennetz gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Kernmaterial des Magnetkreises einen Luftspalt aufweist, wobei der Bereich des in Form eines Kegels, eines Kegelstumpfs, einer Pyramide, eines Pyramidenstumpfs, beliebiger Bombierungen, mehrerer Kegel, mehrerer Kegelstümpfe, mehrerer Pyramiden, mehrerer Pyramidenstümpfe, schräg oder in Dachform oder in Stufen ausgeformt ist, wobei das Kernmaterial im Bereich des Luftspalts auf beiden Seiten oder nur auf einer Seite ungleichmäßig ausgeformt ist.

10 **Keine Zeichnung**

15

20

25

30

35

40

45

50

55