



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 32 145 A1** 2004.01.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 32 145.0**
(22) Anmeldetag: **13.07.2002**
(43) Offenlegungstag: **29.01.2004**

(51) Int Cl.7: **G01R 31/02**
H02H 7/16, H02H 7/12, H02H 9/02,
G01R 19/165

(71) Anmelder:
Rexroth Indramat GmbH, 97816 Lohr, DE

(72) Erfinder:
Kramer, Harald, 97816 Lohr, DE; Gress, Dierk,
97762 Hammelburg, DE

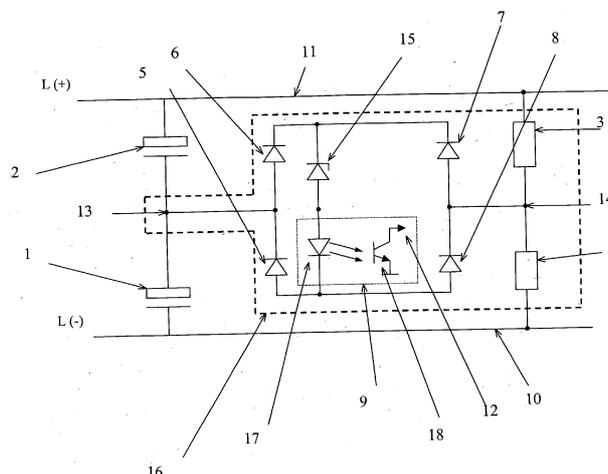
(74) Vertreter:
Thürer, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 63739
Aschaffenburg

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Zwischenkreiskondensator-Kurzschlussüberwachung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine elektronische Schaltung zur Kurzschlussüberwachung eines von mindestens zwei in Reihe geschalteten Zwischenkreiskondensator-Einheiten, wobei die Differenz zwischen der Spannung, die an dem Knotenpunkt zwischen zwei der zu überwachenden Einheiten liegt, und eine für die Überwachung relevante und von der Zwischenkreisspannung abgeleitete Referenzspannung als Steuersignal verwendet wird, welches im Fall eines Kondensator-Kurzschlusses eine Ansprechschwelle unter- oder überschreitet und ein Fehlersignal generiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine elektronische Schaltung zur Kurzschlussüberwachung eines von mindestens zwei in Reihe geschalteten Zwischenkreiskondensatoreinheiten, gemäß dem Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Eine solche Überwachung ist dann erforderlich, wenn mehrere Kondensatoren in Reihe geschaltet werden, um eine gewisse Spannungsfestigkeit zu erreichen. Umrichter, die direkt am 3-Phasen-Netz angeschlossen sind, arbeiten mit einer Zwischenkreis-Spannung (Z.K.-Spannung) von etwa 750 V. Preiswerte Kondensatoren weisen aber in der Regel eine Spannungsfestigkeit von maximal 450 V auf. Dies führt dazu, dass um die erforderliche Spannungsfestigkeit zu erreichen, mindestens zwei solche Kondensatoren in Reihe geschaltet werden müssen. Die in Reihe geschalteten Kondensatoren werden immer parallel zum Z.K. geschaltet.

[0003] Moderne Umrichter in der kleinen bis mittleren Leistungsklasse arbeiten nach dem P.W.M. (Pulsweitenmodulations-) Prinzip welches zu hohen Schalt- und Wechselstromfrequenzen im Z.K. führt. Die Kondensatoren sind durch die somit entstehenden Ströme stark thermisch belastet. Diese Belastung kann im Extremfall zu einem zunächst unerkannten Kurzschluß in einem der in Reihe geschalteten Elemente führen. Die fehlende Kapazität führt zu einer Überlastung der verbleibenden Kondensatoren und eventuell zu einer Brandgefahr.

Aufgabenstellung

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein einfaches Überwachungssystem bereitzustellen, das in der Lage ist, einen Kurzschluß in einer von mehreren in Reihe geschalteten Kondensatoreinheiten schnell zu erkennen, wobei eine Einheit aus einem oder mehreren beliebig zusammengeschalteten Kondensatoren bestehen kann. Das System soll einen Kurzschluß an einem übergeordneten Steuerungssystem signalisieren können und muß robust genug sein, um hohen Spannungen, hohen Temperaturen und starken elektromagnetischen Störungen standzuhalten.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Beschaltung besteht darin, dass die Überwachung durch einen einfachen Spannungsvergleich erfolgt, wobei die Differenz zwischen der Spannung, die an dem Knotenpunkt zwischen zwei der zu überwachenden Kondensator-Einheiten liegt, und eine für die Überwachung relevante und von der Z.K.-Spannung abgeleitete Referenzspannung als Steuersignal verwendet wird, welches im Fall eines Kondensator Kurzschlusses eine Ansprechschwelle unter- oder

überschreitet und ein Fehlersignal generiert. Der Zustand des Fehlersignals wird vom Antriebsrechner oder von einer übergeordneten Steuerung überwacht. Im Fehlerfall wird die relevante Fehlerreaktion ausgeführt. Alternativ oder zusätzlich kann der Fehler auch mit einem Anzeigemittel, beispielsweise einer Leuchtdiode am Antrieb, angezeigt werden.

[0006] Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Kondensatoren entweder einzeln überwacht werden oder parallel oder in Serie zusammengeschaltet werden können um Einheiten zu bilden, welche als einzelne Kondensatoren behandelt und überwacht werden können. Die Einheiten können dann genau an die Anforderungen des Umrichters angepaßt werden.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die benötigte Referenzspannung aus einer Kette von in Reihe geschalteten Widerständen generiert, die parallel zu den zu überwachenden Einheiten geschaltet ist. Der auf diese Art und Weise geschaffene Spannungsverteiler gewährleistet, dass Spannungsschwankungen, die in einem Z.K. üblich sind, automatisch durch das Referenzsignal wiedergespiegelt, und somit ausgeglichen werden. Die Kondensatorüberwachung ist bezüglich solche Spannungsschwankungen indifferent.

[0009] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die für das System relevante Ansprechschwelle durch die Durchschlagspannung einer Zenerdiode festgelegt. Die Zenerdiode gewährleistet, dass elektronische Störungen nicht zu einem unerwünschten Auslösen des Fehlersignals führen.

[0010] Um die Fehlersignalspannung von dem Null-Volt-Potential der Z.K.-Spannung zu isolieren, wird eine Fehlersignalspannung mittels eines Strom-/Spannungs-Umsetzers direkt aus dem Strom generiert, der aufgrund der im Fehlerfall entstehenden Spannungsasymmetrie fließt.

[0011] Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der fehlersignalgenerierende Strom durch die für die Generierung der Referenzspannung benötigte Widerstandskette begrenzt wird. Die Widerstände haben deswegen zwei getrennte Funktionen und sind für beide gleichzeitig optimiert. Dies führt zu einer Verringerung der Anzahl der Komponenten.

[0012] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird für jede Kondensatoreinheit ein korrespondierendes Element in der Widerstandskette vorgesehen, wobei ein Element aus einem oder mehreren Widerständen besteht. Auf diese Art und Weise lassen sich die einzelnen Kondensatoreinheiten individuell überwachen.

[0013] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Verhältnis Kondensatorkapazität (in Farad) zu dem korrespondierenden Teil der Widerstandskette für alle Paare von korrespondierenden Widerstandsteile und Kondensatoren im wesentlichen gleich. Dies gewährleistet, dass die elektrische

Potentialdifferenz, die im normalen Zustand zwischen den Knoten zwischen zwei der zu überwachenden Kondensatoren liegt, und diejenige, die in normalem Zustand an dem Knotenpunkt zwischen den zwei korrespondierenden Teilen der Widerstandskette liegt, eine vordefinierte Schwelle nicht überschreitet.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Fehlersignalspannung grundpotentialfrei. Dies hat den Vorteil, dass sich die Fehlersignalspannung einem beliebigen Grundpotential zuweisen läßt.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Fehlersignalspannung mittels eines Leuchtdioden-isolierten Transistors generiert. Deshalb wird die Fehlersignalspannung von der zu überwachenden Hochspannung galvanisch getrennt. Optoisolierungs-Komponenten sind zuverlässig und einfach zu bestücken, im Gegensatz zu magnetischen Komponenten.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform weisen alle zu überwachenden Kondensatoreinheiten die gleiche Kapazität auf. Dies vereinfacht die Schaltung und auch die Auswahl der zu den Kondensatoren korrespondierenden Widerstände. Um den Fertigungsaufwand weiter zu reduzieren und die Schaltung zu vereinfachen, besteht jedes Teil der Widerstandskette aus einem Widerstand.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Zahl der zu überwachenden Kondensatoreinheiten gleich zwei. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die Schaltungskomplexität minimiert wird.

Ausführungsbeispiel

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht jede Kondensatoreinheit aus einem Kondensator, was zu einer weiteren Vereinfachung der Schaltung führt.

[0019] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in **Fig. 1** dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

[0020] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung des Zwischenkreisbusses (**10, 11**) eines Frequenzumrichters, einschließlich zweier in Serie geschalteter Kondensatoren (**1, 2**) und die erfindungsgemäße Überwachungsschaltung (**16**). **Fig. 2** zeigt ein Beispiel eines Z.K.-Busses mit mehreren in Reihe geschalteten Kondensatoren (**1**) und ihren zugehörigen Überwachungseinheiten (**19**). In **Fig. 1** haben die Kondensatoren (**1, 2**) zusammen betrachtet eine erhöhte Spannungsfestigkeit, die der Summe aus den zwei Nennspannungen entspricht, aber gemäß der kirchhoffischen Gesetze eine reduzierte Kapazität. Falls die reduzierte Kapazität nicht ausreicht, und größere Kondensatoren (**1,2**) mit der benötigten Spannungsfestigkeit nicht verfügbar sind, können weitere Kondensatoren parallel zugeschaltet werden, um die Gesamtkapazität zu erhöhen.

[0021] Die Zwischenkreisspannung ist in diesem Beispiel gleich der Differenz zwischen $L_{(-)}$ (**10**), und

$L_{(-)}$ (**11**).

[0022] Die Überwachungsschaltung (**16**) besteht vorzugsweise aus zwei in Reihe geschalteten Widerständen (**3,4**), vier Dioden (**5**), (**6**), (**7**), (**8**), einer Zenerdiode (**15**), und einem galvanisch isolierten Ausgang (**12**). Die galvanische Isolierung (**9**) wird hier durch eine Kombination aus Leuchtdiode und lichtempfindlichem Transistor realisiert, der Transistor weist einen offenen Kollektor-Ausgang (**12**) auf. Die Dioden (**5**) und (**6**) bzw. (**7**) und (**8**), sind in Reihe geschaltet, wobei die Kathode der Diode (**5**) bzw. (**8**), an die Anode der Diode (**6**) bzw. (**7**) geschaltet ist. Die zwei Diodenpaare sind anschließend parallel geschaltet, so dass die Kathoden der Dioden **6** und **7** aneinander geschaltet sind, und die Anoden der Dioden (**5**) und (**8**) aneinander geschaltet sind. Der Anschluß zwischen den Dioden (**5**) und (**6**) ist an die zu messende Kondensatorspannung geschaltet. Der Anschlußpunkt zwischen den Dioden (**7**) und (**8**) ist an die Referenzspannung geschaltet.

[0023] Die Kathode der Zenerdiode (**15**) ist an die Kathoden der Dioden (**6**) und (**7**) geschaltet, ihre Anode ist mit der Kathode der Leuchtdiode des optischen Isolierungsbausteins verschaltet. Der Kathodenanschluß des Isolierungsbausteins ist mit den Anoden der Dioden (**5**) und (**8**) zusammengeschaltet.

[0024] Weil sowohl die Kondensatoren (**1, 2**) als auch die Widerstände (**3, 4**) eine Spannungsteilfunktion haben, liegt in normalem Betrieb an den beiden Knoten (**14**) und (**13**) in erster Näherung die Hälfte der Z.K.-Spannung, d.h., die Spannungsdifferenz zwischen den Knoten (**14**) und (**13**) ist annähernd null. In diesem Zustand fließt zwischen den zwei Knoten kein Strom.

[0025] Weil beide Spannungen dieselbe lineare Funktion der Z.K.-Spannung bilden, und weil nur die Differenzspannung relevant ist, werden negative Auswirkungen, die durch die Rausch- und Spannungsschwankungen, die an dem Z.K. Bus häufig vorkommen, zu erwarten wären, eliminiert.

[0026] In Fall eines Kondensator(**2, 1**)-Kurzschlusses baut sich eine Differenzspannung zwischen den Knoten (**13**) und (**14**) auf. Wenn diese Differenzspannung eine vordefinierte Schwelle überschreitet, die der Summe aus zwei Diodenspannungen (**7, 5**) bzw. (**6, 8**), plus der Zenerdioden(**15**)-Durchschlagspannung entspricht, fließt ein Strom. Die Schaltung ist so konzipiert, dass der Strom immer in dieselbe Richtung durch die Zenerdiode (**15**) fließt, unabhängig davon, ob die Spannung am Knoten **13** höher oder niedriger ist als diejenige, die am Knoten **14** liegt.

[0027] Der durch die Spannungs-Asymmetrie verursachte Strom schaltet den Transistor (**9**) an und aktiviert damit das Fehlersignal (**12**). Die Größe des Stroms wird durch die Größe des Widerstandes (**3**) bzw. (**4**) begrenzt. Weil die Eigenschaften von Zenerdioden und Leuchtdioden von der Stromstärke abhängig sind, müssen die Komponenten so ausgelegt sein, daß ein schnelles Ansprechen des Fehlersignals (**12**) gewährleistet ist. Wenn mehrere Kondensa-

toren (1, 2) in Reihe geschaltet sind, dann muss, um eine Überwachung der einzelnen Kondensatoren zu gewährleisten, die Überwachungs-Schaltung mehrfach vorhanden sein, d.h., für jeden zusätzlichen in Reihe geschalteten Kondensator muss eine zusätzliche Überwachungsschaltung eingebaut werden. Diese wird in Fig. 2 dargestellt, wobei die 4 Kondensatoren (1) von 3 Überwachungseinheiten (19) überwacht werden. Es sind je Einheit ein Fehlersignalausgang (12), ein Referenzspannungseingang (14) und ein dazugehöriger Kondensatorspannungseingang (13) vorhanden. Die Aktivierung eines Fehlersignals (12) wird nach wie vor durch einen Kondensatorkurzschluß (1) verursacht, wobei das Kurzschließen eines Kondensators (1) eines oder mehrere Fehlersignale (12) auslösen kann. Es sollten alle Fehlersignale (12) überwacht werden, um im Fall eines Kurzschlusses genau erkennen zu können, welcher Kondensator (1) ausgefallen ist.

Bezugszeichenliste

1	Kondensator
2	Kondensator
3	Widerstand
4	Widerstand
5	Diode
6	Diode
7	Diode
8	Diode
9	Galvanische Isolierung
10	Negative Z.K.-Spannung
11	Positive Z.K.-Spannung
12	Fehlersignal
13	Knotenpunkt
14	Referenzspannungs-Messpunkt
15	Zenerdiode
16	Überwachungsschaltung
17	Lichtempfindliche Diode
18	Lichtempfindlicher Transistor
19	Überwachungseinheit

Patentansprüche

1. Elektronische Schaltung zur Kurzschlussüberwachung eines von mindestens zwei in Reihe geschalteten Zwischenkreiskondensatoreinheiten, wobei die momentane Differenz zwischen der Spannung, die an dem Knotenpunkt zwischen zwei der zu überwachenden Einheiten liegt, und einer für die Überwachung relevanten und von der Zwischenkreisspannung abgeleiteten Referenzspannung als Steuersignal verwendet wird, welches im Fall eines Kondensator-Kurzschlusses eine Ansprechschwelle unter- oder überschreitet und dabei ein Fehlersignal generiert.

2. Elektronische Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede Zwischenkreiskondensatoreinheit aus einem oder mehreren in Reihe

und/oder parallel geschalteten Kondensatoren) besteht.

3. Elektronische Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzspannung durch eine Kette von in Reihe geschalteten Widerständen gebildet ist, die parallel zu den zu überwachenden Zwischenkreiskondensatoreinheiten geschaltet ist.

4. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die für das System relevante Ansprechschwelle durch die Durchschlagspannung einer Zenerdiode festgelegt ist.

5. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Fehlersignalspannung mittels eines Strom-Spannungs-Umsetzers direkt aus dem Strom generiert wird, der aufgrund der im Fehlerfall entstehenden Spannungsasymmetrie fließt.

6. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der im Fehlerfall fließende Strom durch den Widerstand der Widerstandskette begrenzt wird.

7. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jede der zu überwachenden Z.K.-Kondensatoreinheiten mit einem Teil der Widerstandskette korrespondiert, wobei der Teil aus einem oder mehreren Widerständen besteht.

8. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Kondensatorkapazität zu dem korrespondierenden Teil der Widerstandskette für alle Paare von korrespondierenden Widerstandsteilen und Kondensatoren im Wesentlichen gleich ist.

9. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fehlersignalspannung auf einem frei wählbaren Grundpotential basiert.

10. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fehlersignal-Spannung mittels eines Leuchtdioden-Photodioden-Paares detektiert wird.

11. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass alle Z.K.-Kondensatoreinheiten die gleiche Kapazität aufweisen.

12. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Z.K.-Kondensatoreinheiten aus einem Kon-

densator besteht.

13. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Teil der Widerstandskette aus einem Widerstand besteht.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

