



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

704 461 A2

(51) Int. Cl.: H02J 3/18 (2006.01)
G05F 1/70 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00249/11

(71) Anmelder:
Permoters GmbH, Bahnstrasse 52/RH 4
2345 Brunn am Gebirge (AT)

(22) Anmeldedatum: 11.02.2011

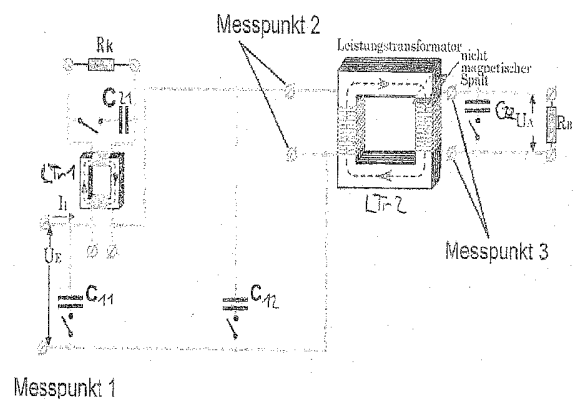
(72) Erfinder:
Viktor Arestov, 2392 Dornbach (AT)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.08.2012

(74) Vertreter:
Riederer Hasler & Partner Patentanwälte AG,
Kappelestrasse 15
9492 Eschen (LI)

(54) Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last.

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last an einer Wechselspannungs-Versorgung, mit einem parallel zu einer ersten Last angeordneten Kompensationskondensator, wobei die erste Last gebildet ist aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher. Erfindungsgemäss ist eine zweite Last vorgesehen, wobei die zweite Last aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher gebildet ist, wobei die zweite Last derart mit der ersten Last verschaltet ist, dass die beiden Lasten in Serie miteinander verbunden sind und dass parallel zur zweiten Last ein zweiter Kompensationskondensator angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last an einer Wechselspannungs-Versorgung.

[0002] Es ist bekannt eine Last, welche gebildet ist aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher an einem Wechsel-Spannungsversorgungsnetz zu betreiben. Ferner ist bekannt, dass die Blindanteile, auch reaktive Komponenten genannt, des Verbrauchers bzw. des Leistungstransformators durch Zuschalten eines parallel zur Last angeordneten Kompensationselementes kompensiert werden können. Grundgedanke der Blindleistungskompensation ist nämlich, dass der von der Last benötigte Blindleistungsanteil nicht durch den Netzversorger zur Verfügung gestellt werden muss - was die Netzleitungen höher belasten würde - sondern dass diese Blindleistung zwischen Last und Kompensationselement praktisch nur auf der Verbraucherseite hin und her pendelt.

[0003] Nachteil bekannter Anordnungen zur Blindleistungskompensation ist, dass diese nicht oder nur unzureichend in der Lage sind auf Änderungen des Blindleistungsbedarfs der Last zu reagieren. Mit anderen Worten, die Kompensation der Blindleistung wird nur für einen stationären Betriebszustand der Last ausgelegt, die Kompensation an sich ist somit statisch. Üblicherweise wird hierbei ein $\cos \varphi$ von 0,85 bis 0,95 angestrebt. Kompensationselement und Last bilden einen Parallelschwingkreis und sind hierbei nahezu in Resonanz.

[0004] Ziel der Erfindung ist es, die Gesamteffizienz der Schaltungsanordnung zu erhöhen bzw. eine optimale Stromersparung zu erreichen und die Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art so auszubilden, dass die Last möglichst effizient betrieben wird.

[0005] Erfindungsgemäss ist hierzu eine zweite Last vorgesehen ist. Diese Last ist gebildet aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher. Wesentlich ist hierbei, dass die zweite Last derart mit der ersten Last verschaltet ist, dass die beiden Lasten in Serie miteinander verbunden sind und dass ebenso wie bei der ersten Last parallel zur jeweiligen Last ein Kompensationskondensator angeordnet ist.

[0006] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Serienschaltung der Lasten dadurch realisiert, dass die beiden Primärwicklungen der beiden Leistungstransformatoren in Serie zueinander geschaltet sind.

[0007] Es ist möglich den ersten Kompensationskondensator parallel zur Primärwicklung des ersten Leistungstransformators und der zweite Kompensationskondensator parallel zur zweiten Primärwicklung des zweiten Leistungstransformators zu schalten. Bevorzugt aber ist der erste Kompensationskondensator parallel zur Sekundärwicklung des ersten Leistungstransformators und der zweite Kompensationskondensator parallel zur zweiten Sekundärwicklung des zweiten Leistungstransformators geschaltet.

[0008] Besonders hohe Effizienz wird erreicht, wenn die Kapazität des ersten Kompensationskondensators so angepasst ist, dass die reaktive Komponente der ersten Last in Stromresonanz mit dem ersten Kompensationskondensator ist und wenn die Kapazität des zweiten Kompensationskondensators so angepasst ist, dass die reaktive Komponente der zweiten Last in Stromresonanz mit dem zweiten Kompensationskondensator ist. Versuche der Anmelderin haben nämlich gezeigt, dass sich in diesem Fall Spannungsresonanz über der Serienschaltung der beiden Lasten einstellt. Es stellt sich folglich eine doppelte Resonanz ein. Erfindungsgemäss befinden sich somit die erste Last und die zweite Last in Stromresonanz, wobei diese beiden Stromresonanzen durch die Spannungsresonanz der Serienschaltung miteinander verkoppelt sind.

[0009] Hierdurch tritt der überraschende Effekt auf, dass die Stromresonanz im ersten bzw. im zweiten Lastkreis selbst dann erhalten bleibt, wenn die Last verändert wird. Beispielsweise haben Versuche gezeigt, dass ein Elektromotor, der als elektrischer Verbraucher angeschlossen wurde bis auf eine Drehzahl von Null gebremst werden kann, ohne dass sich die Stromresonanz verschwindet.

[0010] In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Kapazität des zweiten Kompensationskondensators so angepasst ist, dass die Eingangsspannung an der Primärwicklung des ersten Leistungstransformators der Nennspannung des Wechsel-Spannungsversorgungsnetzes entspricht.

[0011] Der erste und der zweite Leistungstransformator können die gleiche Nennleistung aufweisen und im magnetischen Kreis des ersten und des zweiten Leistungstransformators kann jeweils ein Luftspalt angeordnet sein.

[0012] Die Erfindung ist nicht beschränkt auf zwei Leistungstransformatoren oder zwei Lasten sondern es kann auch eine grössere Anzahl vorgesehen sein. Hierbei ist lediglich darauf zu achten, dass die weiteren Lasten in Serie zur ersten und zweiten Last angeordnet sind. Jede der weiteren Lasten muss hierbei aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher gebildet sein und jeder weitere Last muss ein Kompensationskondensator parallel geschaltet sein.

[0013] Es sei hier vermerkt, dass unter Betrieb bei Resonanz nicht nur Betriebszustände zu verstehen sind, die bei exakter Resonanz vorliegen, sondern auch Betriebszustände, die nur nahe an der Resonanz liegen. Die erfindungsgemässe Schaltungsanordnung ist geeignet für eine Last, die aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung

gebildet ist, mit wenigstens einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher, wie beispielsweise Elektromotoren oder Glühlampen.

[0014] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Anpassen und Betreiben einer erfindungsgemässen Schaltungsanordnung gemäss den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 12.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Figur erläutert.

[0016] Die Figur zeigt eine erfindungsgemässe Schaltungsanordnung. Diese wird mit den Eingangsklemmen an ein elektrisches Versorgungsnetz angeschlossen und mit einer Eingangsspannung U_E versorgt. Parallel zu den Eingangsklemmen ist ein erster Kompensationskondensator C11 geschaltet, der somit mit der Versorgungsspannung beaufschlagt ist. Wiederum parallel zum ersten Kompensationskondensator C11 liegt die Primärwicklung eines ersten Leistungstransformators LTr1, welche von einem Strom I_1 durchflossen wird. In Serie zur Primärwicklung des ersten Leistungstransformators LTr1 liegt die Primärwicklung eines zweiten Leistungstransformators LTr2. An deren Eingangsklemmen ist ein weiterer erster Kompensationskondensator C12 geschaltet, der somit parallel zur Primärwicklung des zweiten Leistungstransformators LTr2 liegt.

[0017] Die Ausgangsklemmen der Sekundärwicklung des Leistungstransformators LTr1 sind mit dem elektrischen Verbraucher - hier symbolisch nur als Widerstand R_k dargestellt - verbunden. An den Ausgangsklemmen des Leistungstransformators LTr1 liegt somit eine Ausgangsspannung an. Der Ausgangskreis des Leistungstransformators LTr1 ist gebildet aus der Sekundärwicklung und der eigentlichen Last. Festzuhalten ist noch, dass der Leistungstransformator LTr1, insbesondere dann, wenn er einen Luftspalt aufweist in der Lage ist, als eine Art Speicherdrossel zu fungieren. Er kann damit den induktiven Teil des Stromresonanzkreises der ersten Last bilden. Parallel zur Sekundärwicklung des ersten Leistungstransformators LTr1 liegt ein weiterer, nämlich der zweite Kompensationskondensator C21 des Leistungstransformators LTr1. Dieser Kondensator C21 ist zusammen mit dem induktiven Anteil des Leistungstransformators LTr1 und ggf. dem induktiven Anteil des Verbrauchers R_k massgebend für die Stromresonanz.

[0018] Die Sekundärseite des Leistungstransformators LTr2 ist gleichartig wie beim Leistungstransformator LTr1 aufgebaut. Der elektrische Verbraucher ist auch hier lediglich symbolisch durch einen Widerstand R_a dargestellt. Der Kondensator C22, der hinsichtlich seiner Funktion und Anordnung dem Kondensator C21 entspricht, ist zusammen mit dem induktiven Anteil des Leistungstransformators LTr2 und ggf. dem induktiven Anteil des Verbrauchers R_a massgebend für die Stromresonanz.

[0019] Der Anmelder hat Versuche mit dieser Schaltungsanordnung durchgeführt. In der Figur sind Messpunkte gezeigt, die im Folgenden erläutert werden. Ausserdem ist festzuhalten, dass die in Serie zu den Kondensatoren C11, C12, C21 und C22 angeordneten Schalter lediglich den Versuchsaufbau wiedergeben und für die eigentliche Erfindung ohne Bedeutung sind.

[0020] Der Messpunkt 1 erfasst die Spannung an der Primärwicklung des ersten Leistungstransformators LTr1. Messpunkt 2 erfasst die Eingangsspannung der Primärwicklung des zweiten Leistungstransformators LTr2 und Messpunkt 3 die Ausgangsspannung an der Sekundärwicklung des Leistungstransformators LTr2.

[0021] Im Folgenden werden zwei Versuchsaufbauten und deren Ergebnis wiedergeben, wobei festzuhalten ist, dass die den Kondensatoren C11 und C12 zugeordneten Schalter geöffnet und die den Kondensatoren C21 und C22 zugeordneten Schalter geschlossen waren.

[0022] Im ersten Versuch wurden zwei Trafos 86 VA (Eingang 230 V - Ausgang 230 V) verwendet. Die Primärwicklungen dieser Trafos wurden seriell zueinander geschaltet und getrennt konfiguriert. Als Die Wechselspannung wurde einem 230 V Netz entnommen.

[0023] Zuerst wurde beim ersten Leistungstransformator der Hauptantrieb derart angepasst, dass sich eine Stromresonanz im Sekundärkreis mit einem Motor mit 230 V und 0,125 A und einer Lampe 9 Watt in Verbindung mit dem Kondensator C21 einstellt. Es wurde der bestmögliche Wirkungsgrad eingestellt, d.h. ein minimaler Stromverbrauch bei Nominalbelastung. Dies wurde erreicht mit 0,5 μ F für den Kondensator C21 bei einem Stromverbrauch von 0,15 A. Versuche haben gezeigt, dass die Resonanz erwartungsgemäss verschwindet, wenn der Motor belastet wird. Im zweiten Schritt wurde ein zweiter Trafo 86 VA seriell an die erste Gruppe angeschlossen, wobei parallel an der zweiten Wicklung der gleiche Motor angeschlossen wurde.

[0024] Der Spannung verteilte sich wie üblich bei Serienschaltung. Jeder Trafo wurde mit ca. 115 V versorgt. Danach wurde auch der im Sekundärkreis des zweiten Trafos Resonanz durch Anpassen des Kondensators C22 erzeugt, wobei der Kondensator C22 noch weiter angepasst, also verstellt wurde, obwohl sich die Resonanz bereits eingestellt hatte. Es konnte damit erreicht werden, dass am ersten Trafo ca. 230 V Eingangsspannungsanlagen, die Stromresonanz bleibt in beiden Sekundärkreisen erhalten. Bei dem zweiten Trafo lag eine Eingangsspannung von 80 V an. Der Strom blieb gleich bei 0,15 A. Hier war eine 7,3 μ F-Kondensatorengruppe als Kondensator C22 eingebaut. Danach wurden sowohl der erste als auch der zweite Motoren belastet, indem man sie langsam abbremste, sogar bis zum Stillstand. Beim Abbremsen bzw. Belasten des Hauptmotors, fiel die Spannung an belasteten Motor auf 220 V, der Strom geht hoch auf 0,155 A. Aber am anderen Trafo ging die Spannung automatisch um 10 V hoch auf 90 V. In Summe betrug die Spannung immer 310 V.

[0025] Beim zweiten Versuch wurden 500 VA Trafos und 140 W Motoren verwendet. Nach Anpassung der beiden Trafos lagen dort 180 V bzw. 170 V als Eingangsspannung an den Primärwicklungen. Die Spannung im Serienresonanzkreis blieb konstant bei 370 V. Bei Belastung der Motoren trat der gleiche Effekt, wie zuvor auf, die Stromresonanzen blieben bestehen. Auch die Zuschaltung eines dritten Trafos mit 100 VA Trafos und Glühlampen als elektrische Verbraucher war insofern erfolgreich, als dass sich gezeigt hat, dass eine einmal eingestellte Resonanz unabhängig von der Belastung erhalten blieb. Das heisst, es stellt sich eine überlagerte Spannungsresonanz ein, wenn in mindestens zwei seriell miteinander verschaltete Gruppen Stromresonanzen erzeugt werden.

[0026] Die erfindungsgemässe Schaltungsanordnung kann beispielsweise in Elektroautos Anwendung finden. In diesem Fall wird die Wechselspannungsversorgung gebildet aus einer Gleichspannungsquelle oder einem Akkumulator, deren/ dessen Gleichspannung in einem Wechselrichter in eine Wechselspannung umgewandelt wird.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben einer Last an einer Wechselspannungs-Versorgung, mit einem parallel zu einer ersten Last angeordneten Kompensationskondensator, wobei die erste Last gebildet ist aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Last vorgesehen ist, dass die zweite Last gebildet ist aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher, wobei die zweite Last derart mit der ersten Last verschaltet ist, dass die beiden Lasten in Serie miteinander verbunden sind und dass parallel zur zweiten Last ein zweiter Kompensationskondensator angeordnet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Serienschaltung der Last dadurch realisiert ist, dass die beiden Primärwicklungen der beiden Leistungstransformatoren in Serie zueinander geschaltet sind.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kompensationskondensator parallel zur Primärwicklung des ersten Leistungstransformators und der zweite Kompensationskondensator parallel zur zweiten Primärwicklung des zweiten Leistungstransformators geschaltet ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kompensationskondensator parallel zur Sekundärwicklung des ersten Leistungstransformators und der zweite Kompensationskondensator parallel zur zweiten Sekundärwicklung des zweiten Leistungstransformators geschaltet ist.
5. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität des ersten Kompensationskondensators so angepasst ist, dass die reaktive Komponente der ersten Last in Stromresonanz mit dem ersten Kompensationskondensator ist.
6. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität des zweiten Kompensationskondensators so angepasst ist, dass die reaktive Komponente der zweiten Last in Stromresonanz mit dem zweiten Kompensationskondensator ist.
7. Schaltungsanordnung nach dem Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität des zweiten Kompensationskondensators so angepasst ist, dass die Eingangsspannung an der Primärwicklung des ersten Leistungstransformators der Nennspannung des Wechsel-Spannungsversorgungsnetzes entspricht.
8. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Last mit dem ersten Kompensationskondensators und die zweite Last mit dem zweiten Kompensationskondensator so zueinander angepasst sind, dass sich über der Serienschaltung Spannungsresonanz einstellt.
9. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die der erste und der zweite Leistungstransformator die gleiche Nennleistung aufweisen.
10. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im magnetischen Kreis des ersten und des zweiten Leistungstransformator jeweils ein Luftspalt angeordnet ist.
11. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass weitere Lasten in Serie zur ersten und zweiten Last angeordnet sind, wobei jeder der weiteren Lasten jeweils gebildet ist aus einem Leistungstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung und einem an die Sekundärwicklung angeschlossenen elektrischen Verbraucher und jeder weiteren Last ein Kompensationskondensator parallel geschaltet ist.
12. Verfahren zum Anpassen und Betreiben einer Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch das Ausführen folgender Schritte:
 - a) Zuschalten eines elektrischen Verbrauchers an die Sekundärwicklung eines ersten Leistungstransformators,
 - b) Zuschalten eines ersten Kompensationskondensators parallel zum ersten elektrischen Verbraucher,
 - c) Erhöhen der Kapazität des ersten Kompensationskondensators bis sich Stromresonanz einstellt,
 - d) Zuschalten eines zweiten elektrischen Verbrauchers an die Sekundärwicklung eines zweiten Leistungstransformators,
 - e) Zuschalten eines zweiten Kompensationskondensators parallel zum zweiten elektrischen Verbraucher,

- f) Erhöhen der Kapazität des zweiten Kompensationskondensators bis sich Stromresonanz zwischen einerseits Kompensationskondensator und andererseits Leistungstransformator und Blindanteil des elektrischen Verbrauchers und gleichzeitig Spannungsresonanz in der Serienschaltung einstellt,
- g) gegebenenfalls weiteres Erhöhen der Kapazität des ersten oder zweiten Kompensationskondensators bis sich eine gewünschte Spannungsverteilung über den beiden Primärwicklungen einstellt,
- h) gegebenenfalls wiederholtes Betreiben der elektrischen Verbraucher an einer gemäss den Schritten a) bis g) angepassten Schaltungsanordnung solange bis die Schaltungsanordnung von der Wechselspannungs-Versorgung getrennt wird.

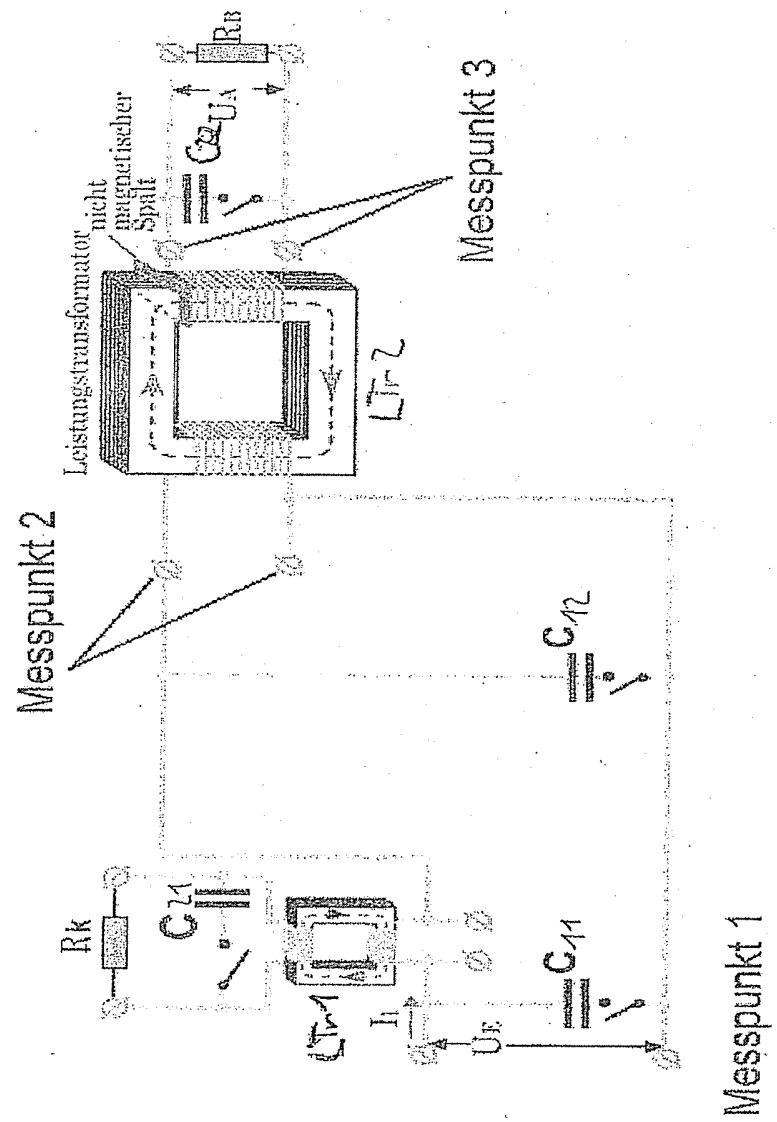


Fig. 1