



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: AT 393 766 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1196/90

(51) Int.Cl.⁵ : H03H 1/02

(22) Anmeldetag: 1. 6.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1991

(45) Ausgabetag: 10.12.1991

(56) Entgegenhaltungen:

US-PS4864484

(73) Patentinhaber:

ELIN ENERGIEVERSORGUNG GES.M.B.H.
A-1141 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

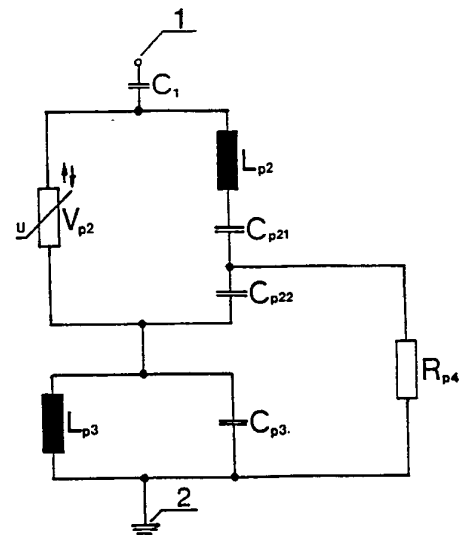
TITSCHER GERHARD DIPL.ING. DR.
KLOSTERNEUBURG, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) FILTERANORDNUNG

(57) Die Erfindung befaßt sich mit einer Filteranordnung zur Filterung und Bedämpfung von Oberschwingungen und zur Verschiebung von Resonanzstellen in elektrischen Netzen.

Erfindungsgemäß ist ein erstes energieaufnehmendes Bedämpfungselement, beispielsweise ein Varistor, (V_{p2}) zu einer aus einer ersten Induktivität (L_{p2}) und einer ersten Kapazität (C_{p21}) sowie einer zweiten Kapazität (C_{p22}) bestehenden Serienschaltung parallel angeordnet. Diese Parallelschaltung ist mit einem aus einer zweiten Induktivität (L_{p3}) und einer dritten Kapazität (C_{p3}) bestehenden Parallelpfad sowie mit einer vierten Kapazität (C_1) in Serie geschaltet. Zudem ist ein zweites energieaufnehmendes Bedämpfungselement, beispielsweise ein ohmscher Widerstand, (R_{p4}) der Serienschaltung der zweiten Kapazität (C_{p22}) mit der dritten Kapazität (C_{p3}) parallel geschaltet.

Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Filteranordnung ist es möglich, daß bei zwei Abstimmfrequenzen Oberschwingungsströme mit Frequenzen in der Nähe einer dieser Abstimmfrequenzen sehr stark gedämpft werden, ohne daß namhafte Verluste durch betriebsfrequente Ströme entstehen können.



AT 393 766 B

Die Erfindung betrifft eine Filteranordnung zur Filterung und Bedämpfung von Oberschwingungen oder höherfrequenten Schwingungspaketen und zur Verschiebung von Resonanzstellen in elektrischen Netzen.

In elektrischen Netzen können niederfrequente Oberschwingungen, die beispielsweise bei Lastabwürfen durch Transformatorsättigung entstehen, im Zusammenhang, mit Resonanzstellen zu bedeutenden Überspannungen und Spannungsverzerrungen führen, die gegenüber dem normalen Netzbetrieb empfindliche Störungen darstellen.

Die Beschaffenheit des Wechselstromsystems spielt bezüglich des Auftretens dieser Störungen nur eine geringe Rolle. Das bedeutet, daß die Störungen durch einen speziellen Aufbau des Wechselstromsystems nicht verhindert werden können.

Die DE-OS 35 39 950 befaßt sich mit einem Hochpaß einer Filteranordnung für ein mit Umrichtern verbundenes Drehstromnetz. Dabei werden ein Kondensator und eine Drossel in Serie zu einer bei Hochspannung geerdeten, bei Mittelspannung freien Parallelschaltung aus ohmschen, induktiven und kapazitiven Schaltungselementen an das Netz angeschlossen. Die beiden Resonanzfrequenzen und Güten des Doppelhochpasses werden so abgestimmt, daß im kritischen Oberschwingungsbereich nur eine geringe Resonanzerhöhung auftreten kann.

Der Nachteil dieser Schaltung besteht darin, daß die Verluste durch die betriebsfrequenten Ströme in dieser Anordnung vergleichsweise hoch sind, wenn die Widerstände zwecks Erzielung von rascher Dämpfung von niederfrequenten Oberschwingungen entsprechend niedrig gewählt werden.

In der EP-A-0 318 790 wird ein Hochpaß einer Filteranordnung für eine mit Stromrichtern verbundene Leitung vorgeschlagen. Es wird ein C-Glied mit einem L-Glied und einem Parallelpfad in Serie geschaltet, wobei im Parallelpfad ein L-Glied einer aus einem R-Glied und einem C-Glied bestehenden Serienschaltung parallel angeordnet ist. Zum Serienschaltungsteil von L-Glied und Parallelpfad ist ein weiteres R-Glied parallel angeordnet.

Mit dieser Schaltung ist es ebenfalls nicht möglich, Oberschwingungen stark zu dämpfen, ohne daß dabei die durch betriebsfrequente Ströme bedingten Verluste klein bleiben.

Das Problem der Filterung von Oberschwingungen wird auch im Kapitel 200-15 unter dem Titel "Characterization and control of harmonic overvoltages at HVDC stations", von E. V. Larsen und R. A. Walling, im Anlaßlich des "Cigre"-Symposiums, veranstaltet im September 1987 in Boston, USA, publizierten Tagungsbuches (Abschnitt 2, Seite 1 bis 6) behandelt.

Hierbei werden in einer ersten Schaltungsanordnung ein erstes und ein zweites in Serie geschaltetes C-Glied mit einem aus einem Überspannungsableiter und einem L-Glied bestehenden Parallelpfad in Serie geschaltet und ein R-Glied dem Serienschaltungsteil des zweiten C-Gliedes und des L-Gliedes parallel angeordnet.

Nachteilig bei dieser Schaltung ist, daß damit lediglich die Oberschwingungsströme nur einer Abstimmfrequenz aus dem Netz gesaugt und dabei gedämpft werden können.

In einer zweiten Schaltung im selben Tagungsbuch wird ein erstes C-Glied mit einem Parallelpfad in Serie geschaltet, welcher aus einer aus einem zweiten C-Glied und einem ersten L-Glied bestehenden Serienschaltung und einer aus einem spannungsabhängigen Widerstand und einem R-Glied bestehenden Serienschaltung aufgebaut ist; dem Serienschaltungsteil der beiden C-Glieder ist ein Überspannungsableiter parallel angeordnet.

Der Nachteil dieser Schaltung ist ebenfalls in der Beschränkung der Saug- und Dämpfungswirkung auf nur eine Abstimmfrequenz gegeben.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Filteranordnung zu schaffen, mit welcher eine ausreichende Dämpfung für zwei Abstimmfrequenzen erreichbar ist und mit der die Verluste durch betriebsfrequente Ströme auf ein Minimum beschränkt werden.

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Induktivität mit einer ersten Kapazität und einer zweiten Kapazität zu einer Serienschaltung angeordnet ist, wobei die erste Kapazität zwischen der ersten Induktivität und der zweiten Kapazität angeordnet ist, und daß diese Serienschaltung mit einem ersten Bedämpfungselement zu einem ersten Parallelpfad geschaltet ist, und daß eine zweite Induktivität mit einer dritten Kapazität zu einem zweiten Parallelpfad geschaltet ist, und daß der erste Parallelpfad mit dem zweiten Parallelpfad sowie mit einer vierten Kapazität in Serie geschaltet ist, wobei die vierte Kapazität einerseits an einen Leitungspol und andererseits an die Verbindungsleitung vom ersten Bedämpfungselement zur ersten Induktivität angeschlossen ist, und wobei der zweite Parallelpfad einerseits an die Verbindungsleitung vom ersten Dämpfungsglied zur zweiten Kapazität und andererseits an einen Erdungspol angeschlossen ist, und daß ein zweites Dämpfungselement einerseits an die Verbindungsleitung von der ersten Kapazität zur zweiten Kapazität und andererseits direkt oder über Stromwandler auf Erdpotential gelegt ist.

Die Erfindung ermöglicht es, bei zwei Abstimmfrequenzen sowie im dazwischenliegenden und benachbarten Frequenzbereich Oberschwingungsströme sehr stark zu dämpfen, dabei aber namhafte Verluste durch betriebsfrequente Ströme sicher zu verhindern.

In einer Ausbildung der Erfindung ist die erste Induktivität zwischen der ersten Kapazität und der zweiten Kapazität angeordnet, und weiters die vierte Kapazität einerseits an den Leitungspol und andererseits an eine Verbindungsleitung vom ersten Dämpfungsglied zur ersten Kapazität angeschlossen.

Bei dieser Schaltungsvariante, bei welcher die erste Induktivität und die erste Kapazität gegeneinander vertauscht sind, ergibt sich vorteilhafterweise die Möglichkeit, gegebenenfalls die erste und die vierte Kapazität im gleichen Gerüst anordnen zu können.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren

Unteransprüchen.

Ein Ausführungsbeispiel mit erfindungsgemäßen Merkmalen ist anhand einer Zeichnung im folgenden näher beschrieben. Dabei zeigt die Fig. eine erfindungsgemäße Filteranordnung mit einem Varistor ohne Ansprechfunkenstrecke.

5 Im Zusammenhang mit dem Einsatz von statischen Kompensatoren in elektrischen Netzen entsteht die Notwendigkeit, die der netzfrequenten Grundschwingung dieser Netze überlagerten freien Schwingungen des Systems, die bei jedem Ausgleichsvorgang angeregt werden, so rasch zu dämpfen, daß zum Zeitpunkt, in dem sich die Einzelspannungswerte aller dieser Schwingungsformen gleichsinnig zum Zeitpunkt ihres Größtwertes überlagern, die Amplituden dieser freien Schwingungen bereits stark verkleinert sind.

10 Ähnliches gilt auch für die Magnetisierungsströme von Transformatoren, die bei größeren Überspannungen oder Schaltvorgängen in den Sättigungsbereich ihrer Magnetisierungskennlinie getrieben werden. In diesen Strömen sind bei unsymmetrischer Sättigung die zweite und die dritte Harmonische ausgeprägt vorhanden und führen bei vorhandenen Netzresonanzen in der Nähe der doppelten und dreifachen Grundfrequenz des Netzes ebenfalls zu bedeutenden Überspannungen. Eine Absaugung und gleichzeitige Bedämpfung dieser Ströme bewirkt die beschleunigte Rückführung des Arbeitsbereiches der Transformatoren in den Normalarbeitsbereich.

15 Für beide genannte Vorgänge ist also der Einsatz von Filtern, die bei zwei Frequenzen einerseits Saugwirkung und andererseits starke Dämpfungswirkung haben, von Nutzen. Die Eigenschaft von solchen Filtern, für die betriebsfrequente Netzgrundschwingung sehr geringe Verluste zu besitzen, ist von großer technischer und ökonomischer Bedeutung.

20 Die durch die Energieaufnahme in den Bedämpfungselementen bewirkte Abdämpfung von Eigenschwingungen in Hochspannungsnetzen muß graduell an die Charakteristika dieses Netzes, an die darin möglichen Ausgleichsvorgänge sowie die erlaubte Höhe und Dauer der Überspannungen infolge von Ausgleichsvorgängen angepaßt werden.

25 Eine Anpassung der Stärke der Dämpfung an die Amplitude der auftretenden Eigenschwingungen des Netzes, die gedämpft werden sollen, ist durch die Dimensionierung und Auswahl einer der Schaltungen nach Anspruch 1 bis 10 möglich. Dabei kann neben den technischen Aspekten auch denen der Wirtschaftlichkeit weitestgehend Rechnung getragen werden.

30 In der Fig. ist die erfindungsgemäße Filteranordnung dargestellt. Dabei ist ein Varistor (V_{p2}) zu einer aus einer ersten Induktivität (L_{p2}) und einer ersten Kapazität (C_{p21}) sowie einer zweiten Kapazität (C_{p22}) bestehenden Serienschaltung parallel angeordnet. Diese Parallelschaltung ist mit einem aus einer zweiten Induktivität (L_{p3}) und einer dritten Kapazität (C_{p3}) bestehenden Parallelpfad sowie mit einer vierten Kapazität (C_1) in Serie geschaltet. Zudem ist ein ohmscher Widerstand (R_{p4}) der Serienschaltung der zweiten Kapazität (C_{p22}) und der dritten Kapazität (C_{p3}) parallel geschaltet.

35 Mit der Erfindung ist es möglich, bei zwei Abstimmfrequenzen Oberschwingungsströme mit Frequenzen in der Nähe einer dieser Abstimmfrequenzen sehr stark zu dämpfen, ohne daß namhafte Verluste durch betriebsfrequente Ströme entstehen können.

40 PATENTANSPRÜCHE

45 1. Filteranordnung zur Filterung und Bedämpfung von Oberschwingungen oder höherfrequenten Schwingungspaketen und zur Verschiebung von Resonanzstellen in elektrischen Netzen, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Induktivität (L_{p2}) mit einer ersten Kapazität (C_{p21}) und einer zweiten Kapazität (C_{p22}) zu einer Serienschaltung angeordnet ist, wobei die erste Kapazität (C_{p21}) zwischen der ersten Induktivität (L_{p2}) und der zweiten Kapazität (C_{p22}) angeordnet ist, und daß diese Serienschaltung mit einem ersten Bedämpfungselement (V_{p2}) zu einem ersten Parallelpfad geschaltet ist, und daß eine zweite Induktivität (L_{p3}) mit einer dritten Kapazität (C_{p3}) zu einem zweiten Parallelpfad geschaltet ist, und daß der erste Parallelpfad mit dem zweiten Parallelpfad sowie mit einer vierten Kapazität (C_1) in Serie geschaltet ist, wobei die vierte Kapazität (C_1) einerseits an einen Leitungspol (1) und andererseits an die Verbindungsleitung vom ersten Bedämpfungselement (V_{p2}) zur ersten Induktivität (L_{p2}) angeschlossen ist, und wobei der zweite Parallelpfad einerseits an die Verbindungsleitung vom ersten Dämpfungsglied (V_{p2}) zur zweiten Kapazität (C_{p22}) und andererseits an einen Erdungspol (2) angeschlossen ist, und daß ein zweites Dämpfungselement (R_{p4}) einerseits an die Verbindungsleitung von der ersten Kapazität (C_{p21}) zur zweiten Kapazität (C_{p22}) und andererseits direkt oder über Stromwandler auf Erdpotential gelegt ist.

2. Filteranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Induktivität (L_{p2}) zwischen der ersten Kapazität (C_{p21}) und der zweiten Kapazität (C_{p22}) angeordnet ist, und daß die vierte Kapazität (C_1) einerseits an den Leitungspol (1) und andererseits an eine Verbindungsleitung vom ersten Dämpfungsglied (V_{p2}) zur ersten Kapazität (C_{p21}) angeschlossen ist.
3. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erstes Bedämpfungselement (V_{p2}) und/oder als zweites Bedämpfungselement (R_{p4}) jeweils ein Varistor eingesetzt ist.
4. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erstes Bedämpfungselement (V_{p2}) und/oder als zweites Bedämpfungselement (R_{p4}) jeweils ein ohmscher Widerstand eingesetzt ist.
5. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erstes Bedämpfungselement (V_{p2}) und/oder als zweites Bedämpfungselement (R_{p4}) jeweils eine Serien- oder Parallelschaltung eines ohmschen Widerstandes mit einem Varistor eingesetzt ist.
6. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erstes Bedämpfungselement (V_{p2}) und/oder als zweites Bedämpfungselement (R_{p4}) jeweils ein Siliziumkarbid-Überspannungsableiter ohne Funkenstrecke eingesetzt ist.
7. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erstes Bedämpfungselement (V_{p2}) und/oder als zweites Bedämpfungselement (R_{p4}) jeweils ein Siliziumkarbid-Überspannungsableiter mit Funkenstrecke eingesetzt ist.
8. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erstes Bedämpfungselement (V_{p2}) und/oder als zweites Bedämpfungselement (R_{p4}) jeweils eine Serien- oder Parallelschaltung eines ohmschen Widerstandes mit einem Siliziumkarbid-Überspannungsableiter ohne Funkenstrecke eingesetzt ist.
9. Filteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erstes Bedämpfungselement (V_{p2}) und/oder als zweites Bedämpfungselement (R_{p4}) jeweils eine Serien- oder Parallelschaltung eines ohmschen Widerstandes mit einem Siliziumkarbid-Überspannungsableiter mit Funkenstrecke eingesetzt ist.
10. Filteranordnung nach mindestens einem der Ansprüche 4, 5, 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens einem der im ersten Bedämpfungselement (V_{p2}) und im zweiten Bedämpfungselement (R_{p4}) eingesetzten ohmschen Widerständen antiparallelgeschaltete Thyristoranordnungen in Serie geschaltet sind.
11. Filteranordnung nach mindestens einem der Ansprüche 3, 5, 8, 9 und 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens einer der im ersten Bedämpfungselement (V_{p2}) und im zweiten Bedämpfungselement (R_{p4}) eingesetzten Varistoren durch jeweils eine Parallelschaltung mehrerer Varistoren ersetzt ist.

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

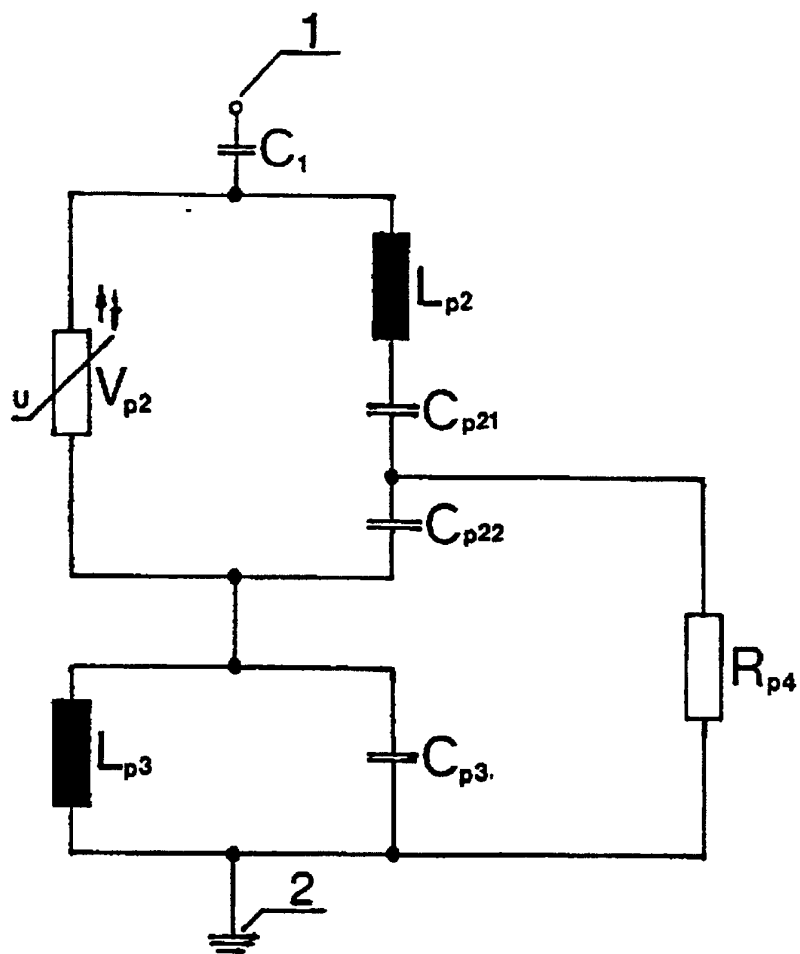


Fig.