

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1060/2007**

(22) Anmeldetag: **10.07.2007**

(43) Veröffentlicht am: **15.01.2009**

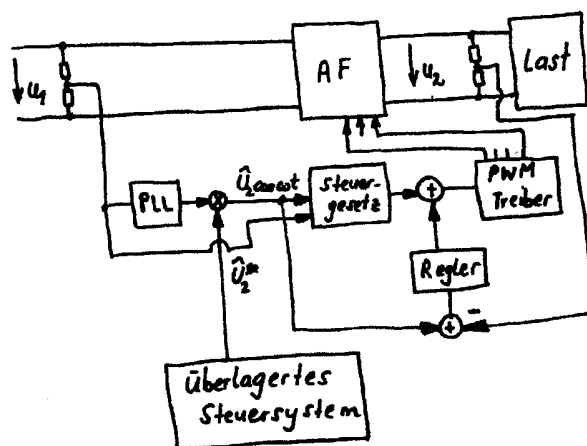
(51) Int. Cl.⁸: **H02M 1/12** (2006.01),
H02M 5/275 (2006.01),
G05F 1/595 (2006.01)
H03H 11/04 (2006.01)

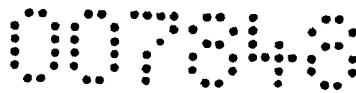
(73) Patentinhaber:

FACHHOCHSCHULE TECHNIKUM WIEN
A-1200 WIEN (AT)

(54) **AKTIVE NETZFILTER**

(57) Bei den dargestellten Schaltungstopologien für aktive Filter wird durch die Verwendung von Speicherelementen im Konverter eine kurzfristige Stützung des Netzes erzielt. Netzeinbrüche können so überbrückt werden. Länger andauernde Absenkungen der Eingangsspannung können bei einer Reihe der hier vorgestellten Topologien problemlos nur durch eine Veränderung der Einschaltzeit und/oder der Schaltfrequenz der Halbleiterschalter aus Sicht der Last behoben werden. Weiters wird es ermöglicht, die Lastspannung gegenüber der Eingangsspannung abzusenken, um so ganz bewusst die Last mit niedrigerer Versorgungsspannung zu betreiben. Die hier vorgestellten Schaltungstopologien für aktive Netzfilter zur Versorgung von kritischen (empfindlichen) Lasten können auch als Stellglieder für die Spannungsregulierung von Wechsel- und Drehstromnetzen und als Stellglieder für das aktive Energiemanagement verwendet werden. Mit einem Spannungsteiler oder einem kleinen Spannungswandler wird ein Abbild der Eingangsspannung gebildet und als Eingangssignal an eine phasengekoppelte Schleife (PLL) gelegt. Dadurch wird eine netzsynchrone Sinusspannung erzeugt, die ohne alle Einfeldungen, Hacker und Verzerrungen ist. Man kann Steuergesetz der Schaltungstopologie ausgehen und das erforderliche Tastverhältnis bestimmen. Der Fehler, den die Steuerung verursacht, kann mit einer überlagerten Regelung ausgeglichen wird. Dies ist, wenn eine sehr genaue Ausgangsspannung erforderlich ist, sinnvoll, um die Ungenauigkeiten bei der Erfassung der Modellparameter, insbesondere deren Temperaturabhängigkeit, auszugleichen.

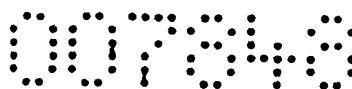




Zusammenfassung

Bei den dargestellten Schaltungstopologien für aktive Filter wird durch die Verwendung von Speicherelementen im Konverter eine kurzfristige Stützung des Netzes erzielt. Netzeinbrüche können so überbrückt werden. Länger andauernde Absenkungen der Eingangsspannung können bei einer Reihe der hier vorgestellten Topologien problemlos nur durch eine Veränderung der Einschaltzeit und/oder der Schaltfrequenz der Halbleiterschalter aus Sicht der Last behoben werden. Weiters wird es ermöglicht, die Lastspannung gegenüber der Eingangsspannung abzusenken, um so ganz bewusst die Last mit niedrigerer Versorgungsspannung zu betreiben. Die hier vorgestellten Schaltungstopologien für aktive Netzfilter zur Versorgung von kritischen (empfindlichen) Lasten können auch als Stellglieder für die Spannungsregulierung von Wechsel- und Drehstromnetzen und als Stellglieder für das aktive Energiemanagement verwendet werden. Mit einem Spannungsteiler oder einem kleinen Spannungswandler wird ein Abbild der Eingangsspannung gebildet und als Eingangssignal an eine phasengekoppelte Schleife (PLL) gelegt. Dadurch wird eine netzsynchrone Sinusspannung erzeugt, die ohne alle Eindrückungen, Hacker und Verzerrungen ist. Man kann Steuergesetz der Schaltungstopologie ausgehen und das erforderliche Tastverhältnis bestimmen. Der Fehler, den die Steuerung verursacht, kann mit einer überlagerten Regelung ausgeglichen werden. Dies ist, wenn eine sehr genaue Ausgangsspannung erforderlich ist, sinnvoll, um die Ungenauigkeiten bei der Erfassung der Modellparameter, insbesondere deren Temperaturabhängigkeit, auszugleichen.

(Fig. 1)



Aktive Netzfilter

Die Erfindung betrifft Filterschaltungen zur Umformung von n , wobei gilt $n \geq 1$, ersten bipolaren Spannungen ($U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1i}, \dots, U_{1n}$) in n zweite bipolare Spannungen ($U_{21}, U_{22}, \dots, U_{2i}, \dots, U_{2n}$) mit Hilfe von n spannungsbidirektionalen Schalterpaaren ($S_{11}, S_{21}, S_{12}, S_{22}, \dots, S_{1i}, S_{2i}, S_{1n}, S_{2n}$), sowie n ersten Kondensatoren ($C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1i}, \dots, C_{1n}$) und/oder n zweiten Kondensatoren ($C_{21}, C_{22}, \dots, C_{2i}, \dots, C_{2n}$) und n ersten Spulen ($L_{11}, L_{12}, \dots, L_{1i}, \dots, L_{1n}$) und/oder n zweiten Spulen ($L_{21}, L_{22}, \dots, L_{2i}, \dots, L_{2n}$).

Störungen in der Energieversorgung können zu Systemstörungen im Verbraucher führen, ebenso können die Verbraucher auf das Energieversorgungsnetz rückwirken. Daher werden zur Entkopplung Filter verwendet. Passive Filter aus Spulen und Kondensatoren sind schaltungstechnisch zwar einfach, aber groß und schwer. Aktive Filter, realisiert mit Halbleiterschaltern, können hier zu kompakteren Lösungen führen und zusätzlich eine Beeinflussung des Leistungsflusses ermöglichen. Bei den im Weiteren dargestellten Schaltungstopologien für aktive Filter wird durch die Verwendung von Speicherelementen im Konverter auch eine kurzfristige Stützung des Netzes erzielt. Netzeinbrüche können so überbrückt werden. Länger andauernde Absenkungen der Eingangsspannung können bei einer Reihe der hier vorgestellten Topologien problemlos nur durch eine Veränderung der Einschaltzeit und/oder der Schaltfrequenz der Halbleiterschalter aus Sicht der Last behoben werden. Weiters wird es ermöglicht, die Lastspannung gegenüber der Eingangsspannung abzusenken, um so ganz bewusst die Last mit niedrigerer Versorgungsspannung zu betreiben. Das kann sich vorteilhaft auf die Kosten des Energieverbrauchs auswirken. Es wird in Zukunft immer wichtiger werden möglichst geringe Spitzenleistung aus dem Netz zu entnehmen, da mit zunehmender Spitzenleistung die Kosten pro kWh ansteigen. Ein aktives Energiemanagement kann hier Abhilfe bieten. So kann man z.B. die Spannung für Gebläse von Klimaanlage während Zeiten des Spitzenverbrauchs absenken.

Das Problem wird erfindungsgemäß so gelöst, dass pro Phase zwei spannungsbidirektionale Schalter (S_{1i}, S_{2i}) in Serie geschaltet sind und komplementär angesteuert werden, oder nach dem Abschalten des ersten spannungsbidirektionalen Schalters (S_{1i}) der zweite spannungsbidirektionale Schalter (S_{2i}) so lange eingeschaltet bleibt bis der Strom durch ihn null wird, und an den ersten Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares eine Klemme der ersten oder zweiten Spannung oder ein passives Bauelement geschaltet ist, der zweite Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares mit dem ersten Anschluss des jeweils zweiten Schalters des



Schalterpaares und mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder einem passiven Bauelement verbunden ist und der jeweils zweite Anschluss des zweiten Schalters des Schalterpaares mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder mit einem passiven Bauelement verbunden ist, wobei die Ansteuersignale für die spannungsbidirektionalen Schalter (S_{1i}, S_{2i}) durch eine Steuerschaltung, bzw. eine kombinierte Steuer/Regelschaltung gewonnen werden und das Sollwertsignal der Ausgangsspannung mithilfe einer PLL aus dem Eingangssignal abgeleitet wird, daraus entsprechend dem der verwendeten Topologie des aktiven Filters zugrunde liegenden Steuergesetz die erforderlichen Einschaltzeiten der spannungsbidirektionalen Schalter (S_{1i}, S_{2i}) berechnet werden und für die Erzeugung von sehr genauen Ausgangsspannungen zusätzlich noch in bekannter Weise eine Regelung überlagert ist.

Die hier vorgestellten Schaltungstopologien für aktive Netzfilter zur Versorgung von kritischen (empfindlichen) Lasten können auch als Stellglieder für die Spannungsregulierung von Wechsel- und Drehstromnetzen und als Stellglieder für das aktive Energiemanagement verwendet werden.

Die folgende Beschreibung geht von einem aktiven Einphasenfilter aus. Mehrphasige Systeme funktionieren analog. Betrachten wir die Eingangsspannung $u_1(t) = \hat{U}_1 \cdot \cos \omega t$, so ergibt sich je nach Filtertyp die folgende Ausgangsspannung

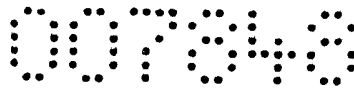
$$\text{Typ 1: } u_2(t) = \hat{U}_1 \cdot d(t) \cdot \cos \omega t ,$$

$$\text{Typ 2: } u_2(t) = \hat{U}_1 \cdot \frac{1}{1-d(t)} \cdot \cos \omega t ,$$

$$\text{Typ 3: } u_2(t) = \hat{U}_1 \cdot \frac{d(t)}{1-d(t)} \cdot \cos \omega t .$$

Dabei stellt $d(t)$ die Einschaltdauer eines der spannungsbidirektionalen Schalter in Bezug auf die Periodendauer der Schaltfrequenz dar. Es kann dabei angenommen werden, dass $d(t)$ sich auf den ersten, $\bar{d}(t) = 1 - d(t)$ auf den zweiten Schalter bezieht.

Das Filter funktioniert nun auf folgende Weise: Mit einem Spannungsteiler oder einem kleinen Spannungswandler wird ein Abbild der Eingangsspannung gebildet und als Eingangssignal an eine phasengekoppelte Schleife (PLL) gelegt. Dadurch wird eine netzsynchrone Sinusspannung erzeugt, die ohne alle Eindellungen, Hacker und Verzerrungen ist. Die gewünschte Ausgangsspannungsamplitude wird nun diesem Signal aufgeprägt. Dies geschieht mathematisch mittels einer Multiplikation. Dieses so entstandene Sollsignal



$$u_{2,SOLL}(t) = \hat{U}_2 \cdot \cos \omega t$$

ist netzsynchron und hat dieselbe Frequenz wie die Netzspannung. Damit lässt sich das erforderliche Steuergesetz, je nach Filtertyp, bei beliebiger Eingangsspannung bestimmen. Es ergibt sich für

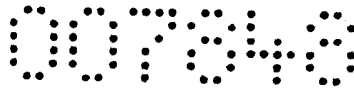
$$\text{Typ 1: } d(t) = \hat{U}_2 \cdot \frac{\cos \omega t}{u_1(t)},$$

$$\text{Typ 2: } d(t) = \frac{\hat{U}_2 \cdot \cos \omega t - u_1(t)}{\hat{U}_2 \cdot \cos \omega t},$$

$$\text{Typ 3: } d(t) = \frac{\hat{U}_2 \cdot \cos \omega t}{\hat{U}_2 \cdot \cos \omega t + u_1(t)}.$$

Das hier dargestellte Steuergesetz geht von Schaltungsstrukturen aus, deren Parasitäten vernachlässigt sind. Eine genaue Modellbildung der aktiven Filter liefert natürlich ein genaueres Steuergesetz. Zur Beschreibung der Funktionsweise ist das nicht erforderlich. Es sei aber betont, dass diese Steuergesetze problemlos hergeleitet werden können. Man kann aber auch vom vereinfachten (idealisierten) Steuergesetz ausgehen und das erforderliche Tastverhältnis dadurch bestimmen, dass der Fehler, den die Steuerung verursacht, mit einer Regelung ausgeglichen wird. Dies ist auch bei einer genaueren Modellbildung, wenn eine sehr genaue Ausgangsspannung erforderlich ist, sinnvoll, um die Ungenauigkeiten bei der Erfassung der Modellparameter, insbesondere deren Temperaturabhängigkeit, auszugleichen. Obwohl das Netz verzerrt sein kann, erhält man nun am Ausgang eine schöne harmonische Spannung mit der gewünschten Amplitude. Die Schaltfrequenz muss natürlich deutlich über Netzfrequenz liegen.

Das Grundkonzept des Leistungsteils des neuen aktiven Filters lässt sich folgender Maßen beschreiben. Alle hier vorgestellten Filterschaltungen dienen zur Umformung von n , wobei gilt $n \geq 1$, ersten bipolaren Spannungen ($U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1i}, \dots, U_{1n}$) in n zweite bipolare Spannungen ($U_{21}, U_{22}, \dots, U_{2i}, \dots, U_{2n}$) mit Hilfe von n spannungsbidirektionalen Schalterpaaren ($S_{11}, S_{21}, S_{12}, S_{22}, \dots, S_{1i}, S_{2i}, S_{1n}, S_{2n}$), sowie n ersten Kondensatoren ($C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1i}, \dots, C_{1n}$) und/oder n zweiten Kondensatoren ($C_{21}, C_{22}, \dots, C_{2i}, \dots, C_{2n}$) und n ersten Spulen ($L_{11}, L_{12}, \dots, L_{1i}, \dots, L_{1n}$) und/oder n zweiten Spulen ($L_{21}, L_{22}, \dots, L_{2i}, \dots, L_{2n}$). Wesentlich dabei ist, dass pro Phase zwei



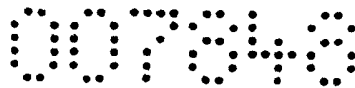
spannungsbidirektionale Schalter (S_{1i}, S_{2i}) in Serie geschaltet sind und komplementär angesteuert werden (push-pull Betrieb, dadurch gibt es immer einen Strompfad für die Induktivitäten).

Zusätzlich wird an den ersten Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares eine Klemme der ersten oder zweiten Spannung oder ein passives Bauelement geschaltet. Der zweite Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares wird mit dem ersten Anschluss des jeweils zweiten Schalters des Schalterpaares und mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder einem passiven Bauelement verbunden. Zusätzlich wird der jeweils zweite Anschluss des zweiten Schalters des Schalterpaares mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder mit einem passiven Bauelement verbunden.

Um störende Induktivitäten in den Zuleitungen in der Wirkung zu entschärfen, kann man zwischen den Anschlussklemmen der ersten Spannungen (U_{1i}) Kondensatoren schalten.

Figur 1 zeigt das Grundkonzept. Die Figuren 2 bis 11 zeigen die grundlegenden Ausformungen der Erfindung. Sie sind immer dreiphasig dargestellt und einphasig beschrieben. Schließlich sind in Fig. 12 noch diskrete Realisierungen des spannungsbidirektionalen Schalters gezeigt.

Das Grundkonzept Fig. 1 ist für ein einphasiges System dargestellt. Die zu filternde Eingangsspannung wird beispielhaft mit einem Spannungsteiler in eine sinnvolle Größe für die Signalverarbeitung gebracht, z.B. mit einem Teilerfaktor von 1:100. Es sei hier angemerkt, dass zur Vermeidung von Phasenfehlern, besonders bei kurzen transienten Störungen, dieser kompensiert werden muss. Dieses Signal ist das Eingangssignal für die PLL. Das Ausgangssignal wird in der Größe durch einen Multiplizierer so angepasst, dass ein netzsynchrones harmonisches Signal mit der erforderlichen Größe entsteht. Dies ist der Sollwert für die nachfolgende Steuerung bzw. Regelung oder kombinierte Steuer/Regelung. Der Block „Steuerungsgesetz“ berechnet aus dem Sollwert und der Eingangsspannung (einer dazu proportionalen Spannung) das erforderliche Tastverhältnis. Daran anschließend ist eine Summierstelle, wenn zusätzlich ein Regler zum Ausgleich des Steuerungsfehlers vorhanden ist. Der Block „PWM-Treiber“ symbolisiert die Umformung auf die einzelnen Ansteuersignale der aktiven Schalter des aktiven Filters. Der Block AF stellt den Leistungsteil des aktiven Filters dar. An dessen Ausgang ist zwecks Anpassung an die Steuerelektronik ein weiterer Spannungsteiler gezeichnet. Dessen Signal wird in einer Summierstelle vom Sollwert $\hat{U}_2 \cdot \cos \omega t$ abgezogen. Dieses Differenzsignal, die Regelabweichung, wird einem Regler zugeführt, und der 2. Summierstelle zugeführt. Weiters ist ein Block „überlagertes Steuersystem“ eingezeichnet, der ja nach Anwendungsfall die erforderliche Amplitude vorgibt. Der Block „Last“ symbolisiert den Verbraucher, der auch ein weiteres Netz, das

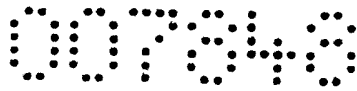


aber nun mit einer sauberen, gefilterten Wechselspannung betrieben wird, sein kann. Für mehrphasige Netze kann der Sollwert für die anderen Phasen einfach durch die erforderliche Phasenverschiebung realisiert werden, oder es ist auch denkbar, das System jeweils getrennt für jede Phase aufzubauen. Es sei angemerkt, dass große Teile des Systems wie PLL, Steuerung und Regelung auch rein digital realisiert werden können.

Eine schaltungstechnisch sehr einfache Ausformung des Leistungsteils des Filters, die aber die zweite Spannung größer oder kleiner als die Eingangsspannung machen kann, zeigt Fig.2. Dabei wird an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet. An den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) wird ein Kondensator (C_{2i}) angeschlossen, dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist. Die erste Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) wird an die Verbindung Kondensator (C_{2i}) mit zweitem Schalter (S_{2i}) geschaltet.

Bei der Filterschaltung nach Fig. 3 ist an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren anderer Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet. An den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ist zusätzlich ein Kondensator (C_{1i}) angeschlossen, dessen zweiter Anschluss an die zweite Eingangsklemme der ersten Spannung geschaltet ist. An den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) ist eine zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet. Der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) ist mit einem zweiten Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet. Die erste Klemme der zweiten Spannung ist an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters geschaltet.

Figur 4 zeigt die Schaltung gemäß Fig. 2 ergänzt durch ein Ausgangsfilter bestehend aus einer zweiten Induktivität und einem zweiten Kondensator.



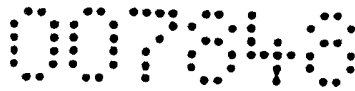
In Fig. 5 ist die Filterschaltung so aufgebaut, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren anderer Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet ist. Zusätzlich ist an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{1i}) angeschlossen, dessen zweiter Anschluss an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) geschaltet ist. An den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) ist die jeweils zweite Klemme der ersten (U_{1i}) und der zweiten (U_{2i}) Spannung und ein Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet. Eine Spule (L_{2i}) verbindet den ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters.

Bei der Filterschaltung gemäß Fig. 6 wird an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet. Der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) ist mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden. Ein (C_{2i}) ist zwischen die Klemmen der zweiten Spannung geschaltet.

Figur 7 zeigt eine um ein Eingangsfilter, bestehend aus einem Kondensator (C_{1i}) und einer Induktivität (L_{1i}), erweiterte Schaltung gemäß Fig. 6.

Bei der Filterschaltung gemäß Fig. 8 wird an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet. An den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ist ein Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}), der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet. Die erste Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) ist mit der ersten Klemme des ersten Schalters verbunden.

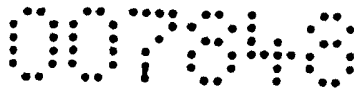
Figur 9 zeigt eine um ein Ausgangsfilter, bestehend aus einem Kondensator (C_{2i}) und einer Induktivität (L_{2i}), erweiterte Schaltung gemäß Fig. 8.



Bei der Filterschaltung gemäß Fig. 10 wird an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine erste Spule, deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist und ein erster Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) verbunden ist, geschaltet. An den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ist ein zweiter Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und mit einer zweiten Spule (L_{2i}), deren anderer Anschluss an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) geschaltet ist, verbunden. Die erste Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) ist mit der zweiten Klemme des zweiten Schalters verbunden.

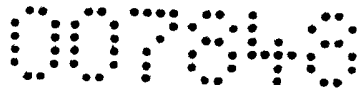
Bei der Filterschaltung gemäß Fig. 11 wird an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) die erste Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) geschaltet, an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) eine erste Induktivität, deren zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und ein erster Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) und an eine zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet und zwischen den Klemmen der zweiten Spannung ein (U_{2i}) zweiter Kondensator (C_{2i}) geschaltet.

Figur 12 zeigt mögliche Ausformungen des spannungsbidirektionalen Schalters. Sinnvoll ist die Verwendung von Modulen. Die technologische Entwicklung lässt gesteuerte spannungsbidirektionale Schalter in näherer Zukunft erwarten, die also nicht aus aktiven und passiven Schaltern in bekannter Weise zusammen zusetzen sind.

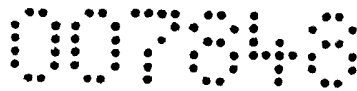


Patentansprüche

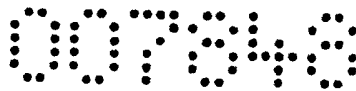
1. Filterschaltung zur Umformung von n , wobei gilt $n \geq 1$, ersten bipolaren Spannungen $(U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1i}, \dots, U_{1n})$ in n zweite bipolare Spannungen $(U_{21}, U_{22}, \dots, U_{2i}, \dots, U_{2n})$ mit Hilfe von n spannungsbidirektionalen Schalterpaaren $(S_{11}, S_{21}, S_{12}, S_{22}, \dots, S_{1i}, S_{2i}, S_{1n}, S_{2n})$, sowie n ersten Kondensatoren $(C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1i}, \dots, C_{1n})$ und/oder n zweiten Kondensatoren $(C_{21}, C_{22}, \dots, C_{2i}, \dots, C_{2n})$ und n ersten Spulen $(L_{11}, L_{12}, \dots, L_{1i}, \dots, L_{1n})$ und/oder n zweiten Spulen $(L_{21}, L_{22}, \dots, L_{2i}, \dots, L_{2n})$ **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Phase zwei spannungsbidirektionale Schalter (S_{1i}, S_{2i}) in Serie geschaltet sind und komplementär angesteuert werden, oder nach dem Abschalten des ersten spannungsbidirektionalen Schalters (S_{1i}) der zweite spannungsbidirektionale Schalter (S_{2i}) so lange eingeschaltet bleibt, bis der Strom durch ihn null wird, und an den ersten Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares eine Klemme der ersten oder zweiten Spannung oder ein passives Bauelement geschaltet, der zweite Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares mit dem ersten Anschluss des jeweils zweiten Schalters des Schalterpaares und mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder einem passiven Bauelement verbunden ist und der jeweils zweite Anschluss des zweiten Schalters des Schalterpaares mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder mit einem passiven Bauelement verbunden ist, wobei die Ansteuersignale für die spannungsbidirektionalen Schalter (S_{1i}, S_{2i}) durch eine Steuerschaltung, bzw. eine kombinierte Steuer/Regelschaltung gewonnen werden und das Sollwertsignal der Ausgangsspannung mithilfe einer PLL aus dem Eingangssignal abgeleitet wird, daraus entsprechend dem der verwendeten Topologie des aktiven Filters zugrunde liegenden Steuergesetz die erforderlichen Einschaltzeiten der spannungsbidirektionalen Schalter (S_{1i}, S_{2i}) berechnet werden und für die Erzeugung von sehr genauen Ausgangsspannungen zusätzlich noch in bekannter Weise eine Regelung überlagert ist.
2. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) , an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}) , deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten



- Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) mit einem Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der ersten Klemme der zweiten Spannung verbunden ist.
3. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren anderer Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist und weiters an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{1i}) angeschlossen ist, dessen zweiter Anschluss an die zweite Eingangsklemme der ersten Spannung geschaltet ist, an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) verbunden ist und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) mit einem zweiten Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der ersten Klemme der zweiten Spannung geschaltet ist.
4. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine erste Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) mit einem Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und mit einer zweiten Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der zweiten Spannung verbunden ist; zwischen der ersten und der zweiten Klemme der zweiten Spannung wird ein zweiter Kondensator geschaltet.
5. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren anderer Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und weiters an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{1i}) angeschlossen ist, dessen



- zweiter Anschluss an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) die jeweils zweite Klemme der ersten (U_{1i}) und der zweiten (U_{2i}) Spannung und ein Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) und einer Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters verbunden ist, geschaltet ist.
6. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) an die zweite Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), die zweite Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und an einem Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist.
7. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule, deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist und ein Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet ist, an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) an die zweite Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), die zweite Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und an einen zweiten Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist.
8. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet ist und an den ersten



Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}), der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und an die erste Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) geschaltet ist.

9. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet ist und an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}), der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und eine zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und einem zweiten Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist.
10. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine erste Spule, deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist und ein erster Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist und an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein zweiter Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und mit einer zweiten Spule (L_{2i}), deren anderer Anschluss an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) geschaltet ist, verbunden ist und die erste Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) geschaltet ist.
11. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) die erste Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) geschaltet wird, an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) eine erste Induktivität, deren zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und ein erster Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) und an eine



zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist und zwischen den Klemmen der zweiten Spannung ein (U_{2i}) zweiter Kondensator (C_{2i}) geschaltet ist.

12. Filterschaltung gemäß Anspruch 2, 4, 6 und 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Anschlussklemmen der ersten Spannungen (U_{1i}) Kondensatoren geschaltet werden.
13. Filterschaltung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Kopplung von Spannungsnetzen dienen.
14. Filterschaltung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Klemmen der ersten Spannungen ein n phasiges Wechselspannungssystem und an den Klemmen der zweiten Spannungen eine sensitive Last geschaltet ist, oder umgekehrt.
15. Filterschaltung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass sie als Stellglied zur Lastflussregelung verwendet wird.

007848

Abbildungen

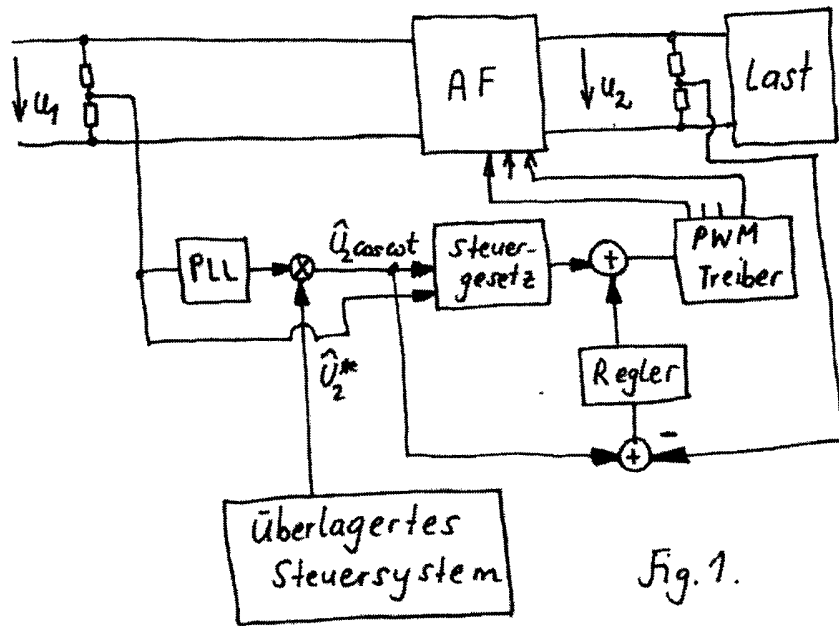


Fig. 1.

Fig. 1

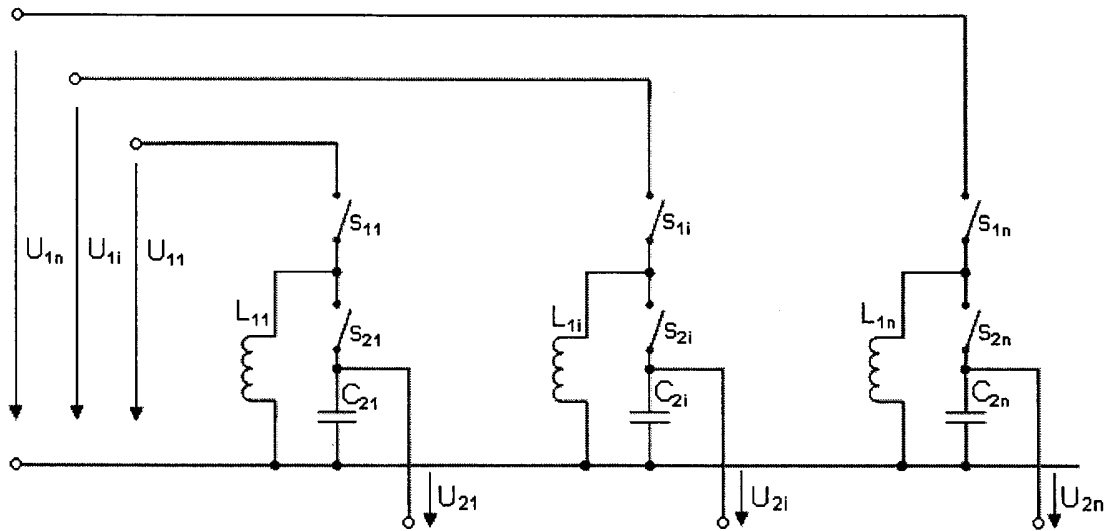


Fig. 2

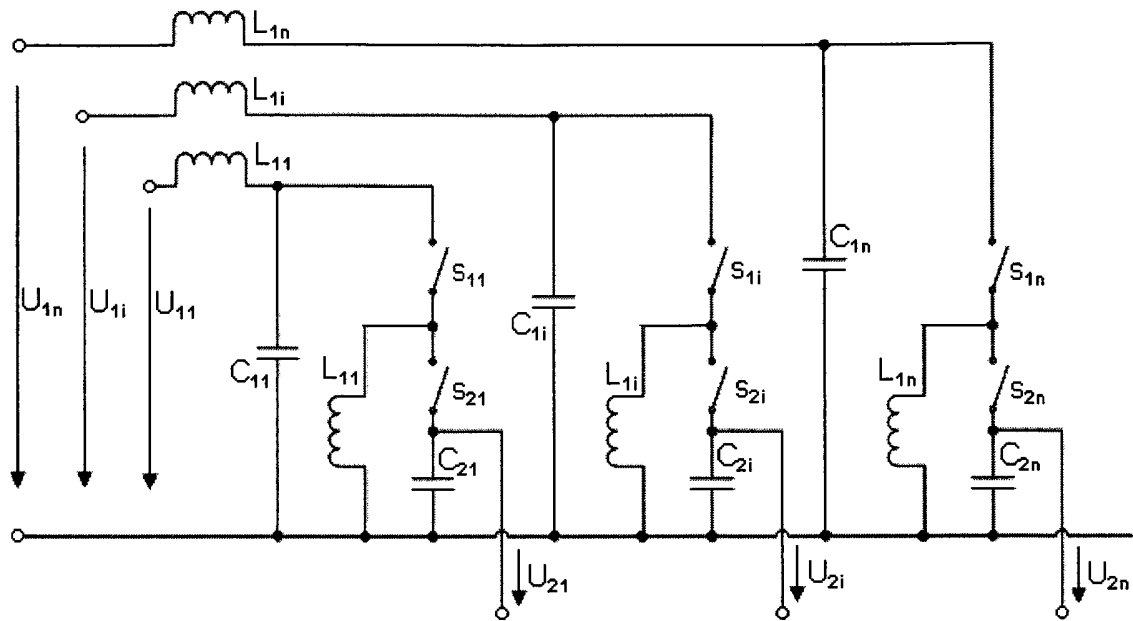


Fig. 3

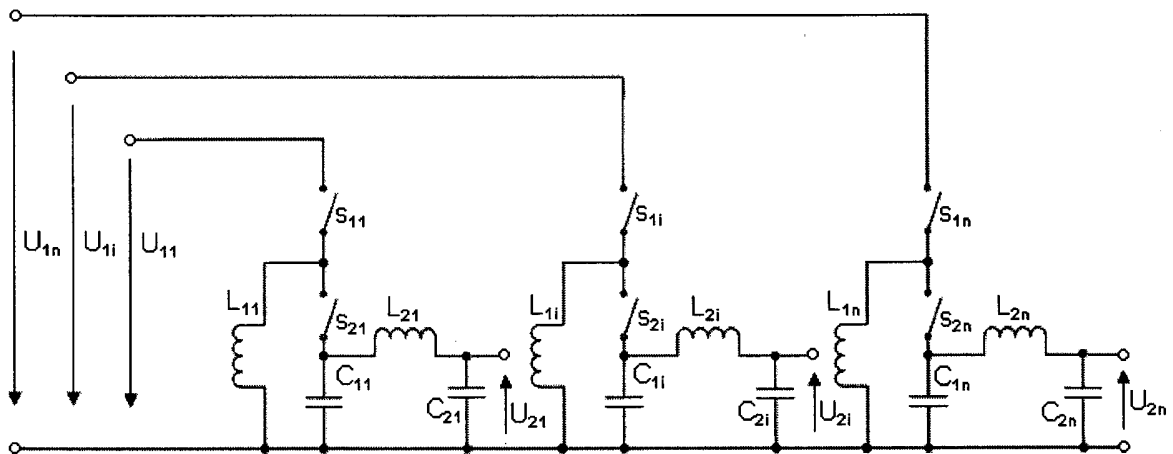


Fig. 4

007848

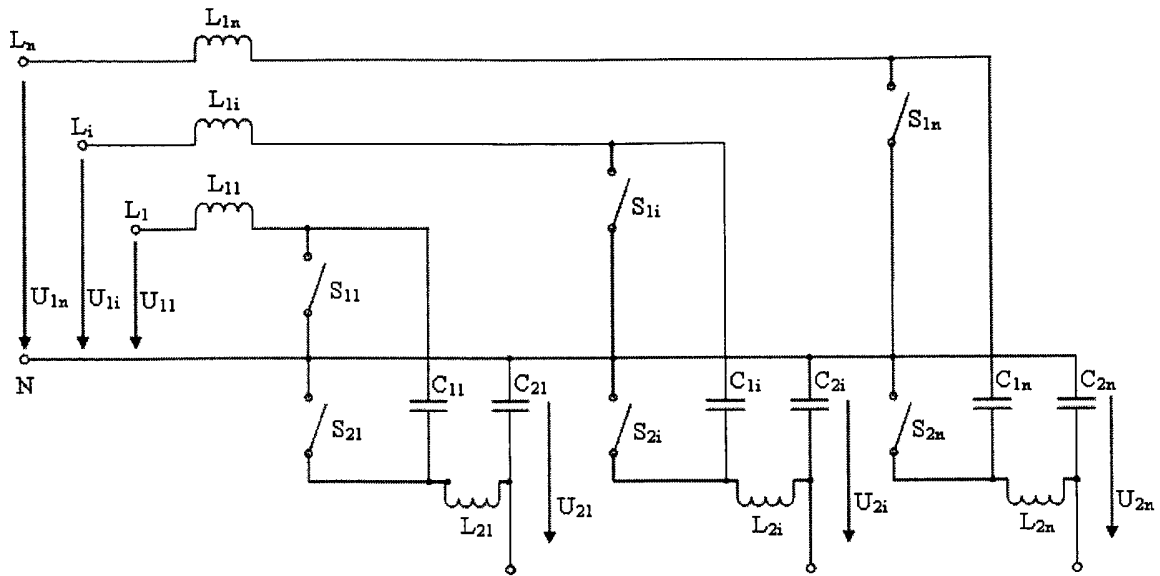


Fig. 5

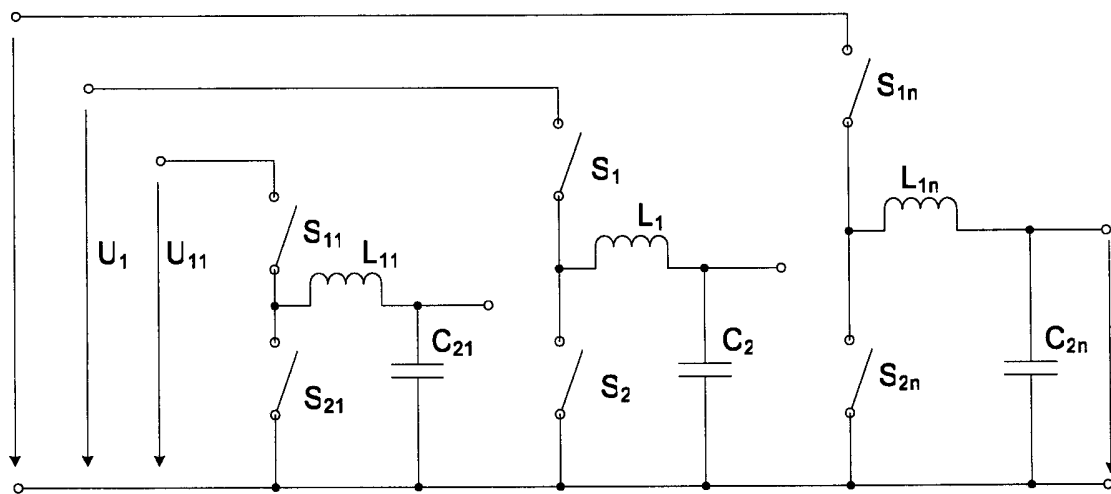


Fig. 6

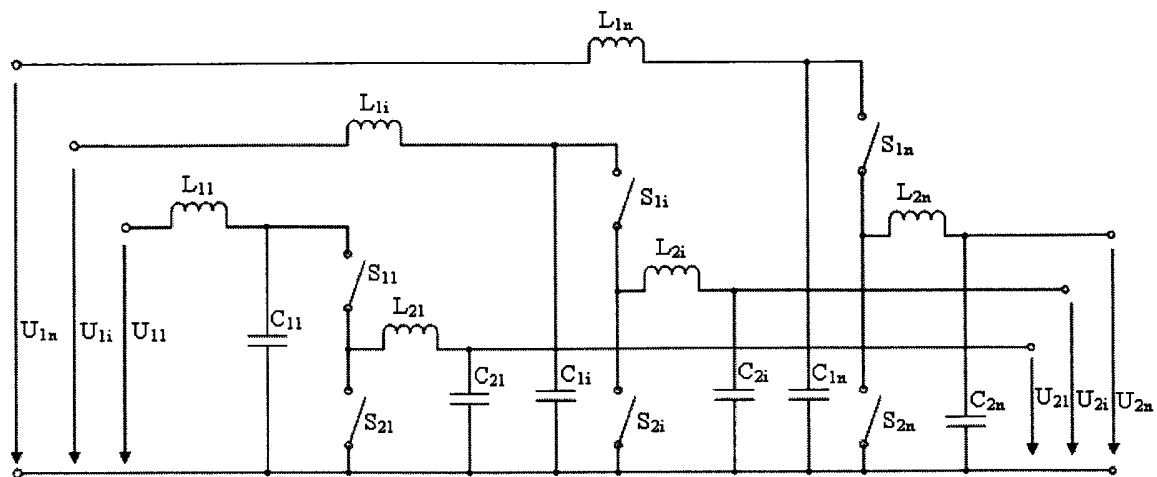


Fig. 7

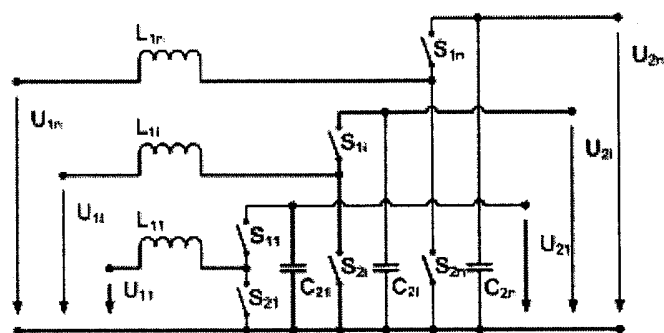


Fig. 8

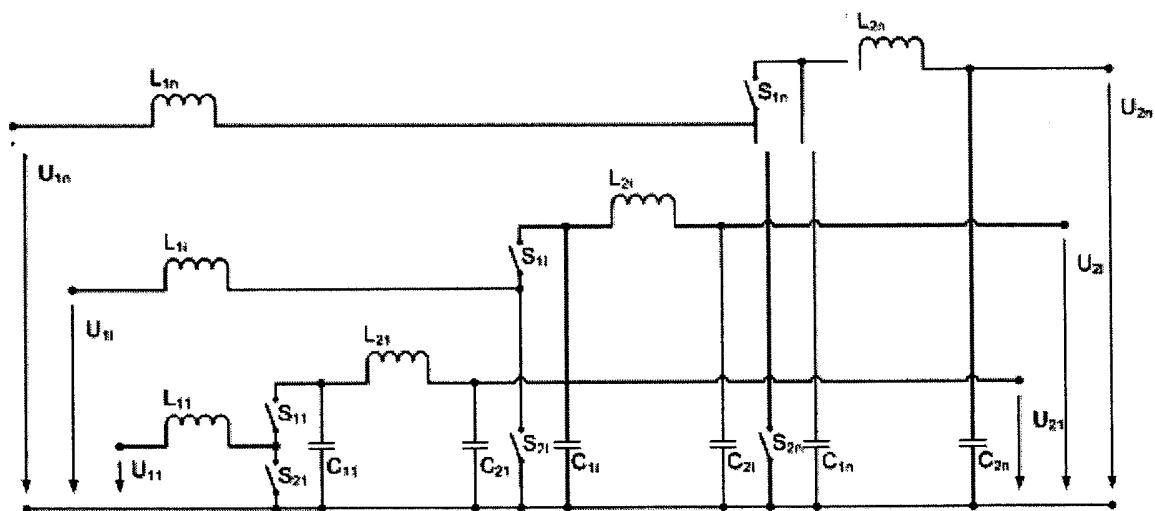


Fig. 9

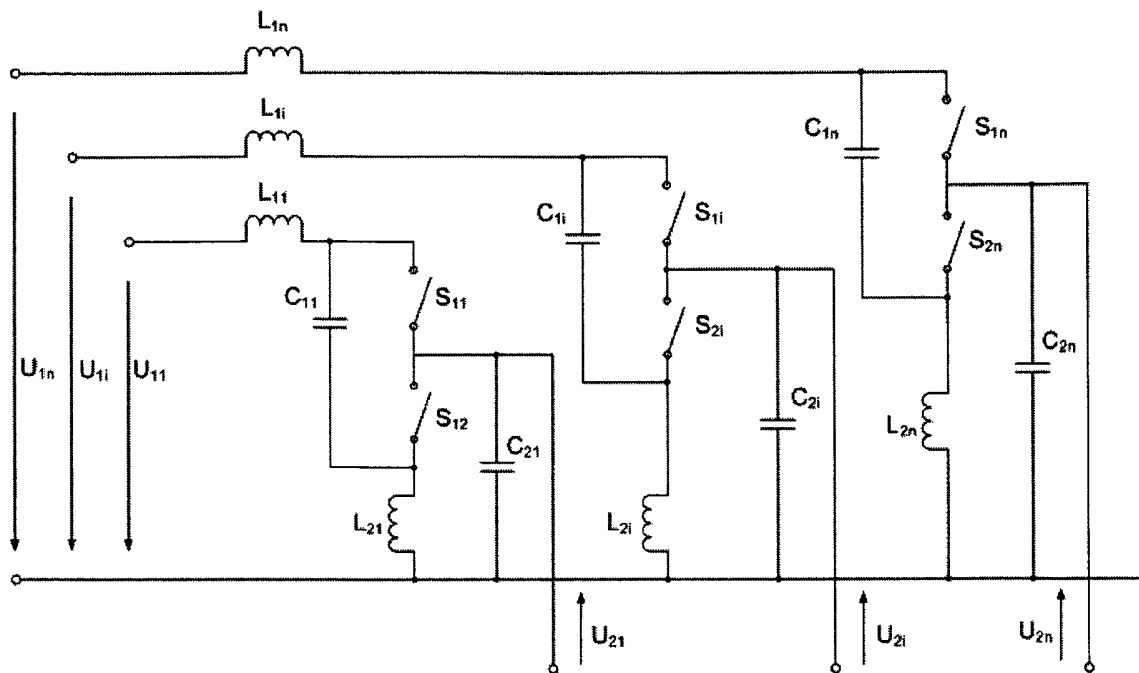


Fig. 10

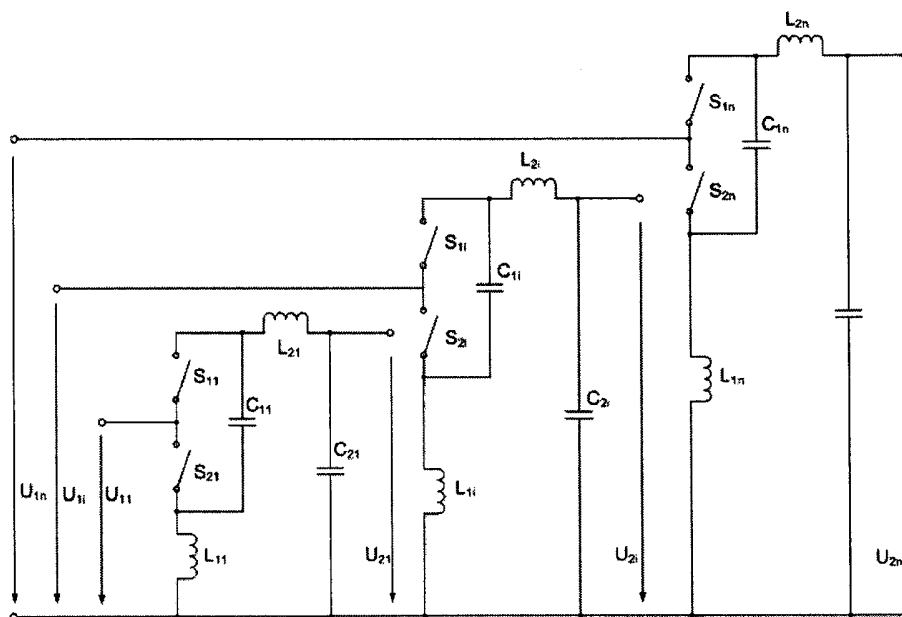


Fig. 11

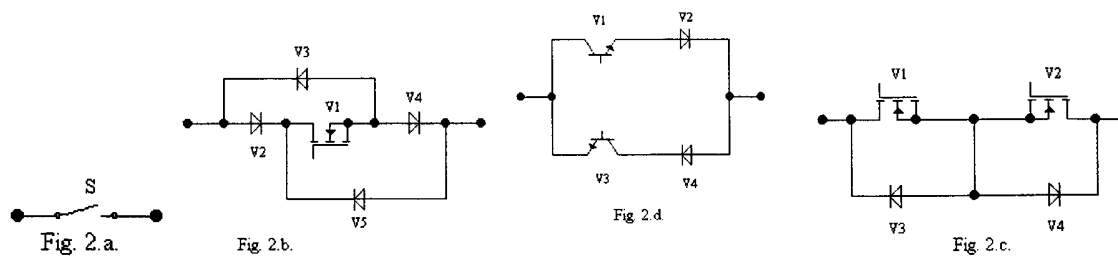
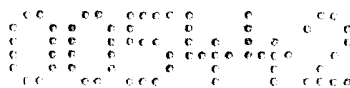
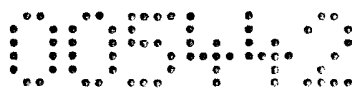


Fig. 12



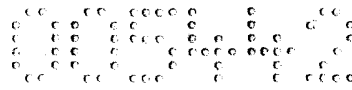
Patentansprüche

1. Wandlerschaltungen für aktive Netzfilter zur Umformung von n , wobei gilt $n \geq 1$, ersten bipolaren Spannungen ($U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1i}, \dots, U_{1n}$) in n zweite bipolare Spannungen ($U_{21}, U_{22}, \dots, U_{2i}, \dots, U_{2n}$) mit Hilfe von n spannungsbidirektionalen Schalterpaaren ($S_{11}, S_{21}, S_{12}, S_{22}, \dots, S_{1i}, S_{2i}, S_{1n}, S_{2n}$), sowie n erste Kondensatoren ($C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1i}, \dots, C_{1n}$) und maximal n zweite Kondensatoren ($C_{21}, C_{22}, \dots, C_{2i}, \dots, C_{2n}$) und n erste Spulen ($L_{11}, L_{12}, \dots, L_{1i}, \dots, L_{1n}$) und maximal n zweite Spulen ($L_{21}, L_{22}, \dots, L_{2i}, \dots, L_{2n}$) **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Phase zwei spannungsbidirektionale Schalter (S_{1i}, S_{2i}) in Serie geschaltet sind und komplementär angesteuert werden, oder nach dem Abschalten des ersten spannungsbidirektionalen Schalters (S_{1i}) der zweite spannungsbidirektionale Schalter (S_{2i}) so lange eingeschaltet bleibt, bis der Strom durch ihn null wird, und an den ersten Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares eine Klemme der ersten oder zweiten Spannung oder ein passives Bauelement geschaltet, der zweite Anschluss des jeweils ersten Schalters des Schalterpaares mit dem ersten Anschluss des jeweils zweiten Schalters des Schalterpaares und mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder einem passiven Bauelement verbunden ist und der jeweils zweite Anschluss des zweiten Schalters des Schalterpaares mit einer Klemme der ersten und/oder zweiten Spannung oder mit einem passiven Bauelement verbunden ist.
2. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) mit einem Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der ersten Klemme der zweiten Spannung verbunden ist.
3. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren anderer Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist und

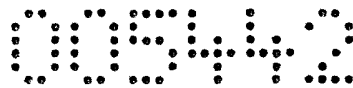


weilers an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{1i}) angeschlossen ist, dessen zweiter Anschluss an die zweite Eingangsklemme der ersten Spannung geschaltet ist, an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) verbunden ist und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) mit einem zweiten Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der ersten Klemme der zweiten Spannung geschaltet ist.

4. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine erste Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) mit einem Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss der ersten (U_{1i}) und der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und mit einer zweiten Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der zweiten Spannung verbunden ist; zwischen der ersten und der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) wird ein zweiter Kondensator (C_{2i}) geschaltet.
5. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren anderer Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und weilers an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{1i}) angeschlossen ist, dessen zweiter Anschluss an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) die jeweils zweite Klemme der ersten (U_{1i}) und der zweiten (U_{2i}) Spannung und ein Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) und einer Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist.



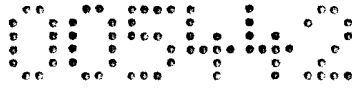
6. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) an die zweite Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), die zweite Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und an einem Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist.
7. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den jeweils ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule, deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist und ein Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet ist, an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) des Schalterpaares (S_{1i}, S_{2i}) an die zweite Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), die zweite Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und an einen zweiten Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem ersten Anschluss der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist.
8. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet ist und an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}), der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und an die erste Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) geschaltet ist.
9. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine Spule (L_{1i}), deren zweiter Anschluss mit der



ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist, geschaltet ist und an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}), der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und eine zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und einem zweiten Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist.

10. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) eine erste Spule, deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) verbunden ist und ein erster Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss mit dem zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist und an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) ein zweiter Kondensator (C_{2i}), dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}), mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) und mit einer zweiten Spule (L_{2i}), deren anderer Anschluss an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) geschaltet ist, verbunden ist und die erste Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) geschaltet ist.
11. Filterschaltung gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den zweiten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) die erste Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) geschaltet wird, an den zweiten Anschluss des zweiten Schalters (S_{2i}) eine erste Induktivität, deren zweiter Anschluss mit der zweiten Klemme der ersten Spannung (U_{1i}) und mit der zweiten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist und ein erster Kondensator (C_{1i}), dessen zweiter Anschluss an den ersten Anschluss des ersten Schalters (S_{1i}) und an eine zweite Spule (L_{2i}), deren zweiter Anschluss mit der ersten Klemme der zweiten Spannung (U_{2i}) verbunden ist, geschaltet ist und zwischen den Klemmen der zweiten Spannung ein zweiter Kondensator (C_{2i}) geschaltet ist.
12. Filterschaltung gemäß Anspruch 2, 4, 6 und 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Anschlussklemmen der ersten Spannungen (U_{1i}) Kondensatoren geschaltet werden.

NACHGEREICHT



13. Filterschaltung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Kopplung von Spannungsnetzen dienen.
14. Filterschaltung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Klemmen der ersten Spannungen ein n phasiges Wechselspannungssystem und an den Klemmen der zweiten Spannungen eine sensitive Last geschaltet ist, oder umgekehrt.
15. Filterschaltung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass sie als Stellglied zur Lastflussregelung verwendet wird.
16. Filterschaltung gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuersignale für die spannungsbidirektionalen Schalter (S_{1i}, S_{2i}) durch eine Steuerschaltung, bzw. eine kombinierte Steuer/Regelschaltung gewonnen werden.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC⁸:
H02M 1/12 (2006.01); **H02M 5/275** (2006.01); **G05F 1/595** (2006.01); **H03H 11/04** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:
H02M 1/12, H02M 5/275, G05F 1/595, H03H 11/04B

Recherchierte Prüfstoff (Klassifikation):
H02M, G05F, H03H

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, PAJ, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 10. Juli 2007 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	JP 10222235 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 21. August 1998 (21.08.1998) <i>Das ganze Dokument.</i> --	1
A	JP 07236273 A (SANKEN ELECTRIC CO LTD) 5. September 1995 (05.09.1995) <i>Das ganze Dokument.</i> --	1-11
A	US 5627460 A (BAZINET et al.) 6. Mai 1997 (06.05.1997) <i>Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 64, Figur 1.</i> ----	1-11

Datum der Beendigung der Recherche:
3. Jänner 2008

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dipl.-Ing. MEHLMAUER

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.