



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Spannungswandler.

**[0002]** Zur Stromversorgung informationsverarbeitender Einrichtungen oder allgemein elektronischer Geräte aus dem Einphasen-Wechselspannungsnetz werden meist Stromversorgungseinheiten mit einer eingangsseitigen Pulsgleichrichterschaltung und einem nachgeschalteten potentialtrennenden DC/DC-Konverter eingesetzt. Die Pulsgleichrichterschaltung weist durch entsprechende Regelung eine sinusförmige Stromaufnahme, d. h. ohmsches Netzverhalten und eine geregelte Ausgangsspannung (Zwischenkreisspannung) auf, welche am Eingang des DC/DC-Konverters anliegt. Über das Windungszahlverhältnis des Übertragers und eine ausgangsspannungsabhängige Regelung des Tastverhältnisses wird die Zwischenkreisspannung in eine konstante, an den Verbraucher angepasste Spannung umgeformt. Dieses Konzept ist durch eine klare Funktionsgliederung und damit durch einfache Realisierbarkeit gekennzeichnet. Allerdings sind drei Konverterstufen, d. h. eine Dioden-Brückengleichrichtung, ein nicht potentialgetrennter DC/DC-Konverter mit Hochsetzstellerfunktion und die abschließende DC/DC-Wandlung mit Potentialtrennung im Leistungsfluss angeordnet, woraus ein relativ geringer Wirkungsgrad und ein relativ hoher Realisierungsaufwand resultieren.

**[0003]** Insbesondere bei kleinen Ausgangsleistungen im Bereich bis einige 100 W werden daher vielfach nur zweistufige Konzepte eingesetzt, welche die Funktionen Leistungsfaktorkorrektur und Potentialtrennung sowie Verbraucherspannungsregelung vereinen, also beide DC/DC-Konverterstufen integrieren. Hierbei wird einseitig wieder ein Brückengleichrichter und nachfolgend zum Beispiel ein Sperrwandler angeordnet, welcher i. a. mit konstanter Einschaltzeit über die Netzperiode und an der Grenze von kontinuierlichem und diskontinuierlichem Eingangsstromverlauf (Boundary Mode Control, „BMC“) oder mit konstanter Einschaltzeit und konstanter Dauer der Pulsperiode betrieben wird. Für BMC wird der elektronische Schalter, beispielsweise ein Leistungstransistor, des Sperrwandlers nach der konstanten Einschaltzeit stets dann wieder eingeschaltet, wenn der Strom, der mit dem Abschalten des Leistungstransistors an die Sekundärseite übergeben wird, vollständig abgebaut ist. Somit weist der Eingangsstrom des Brückengleichrichters einen sägezahnförmigen Verlauf mit einer sinusförmigen Einhüllenden und einen sinusförmig verlaufenden lokalen Mittelwert auf. Die schaltfrequenten Harmonischen des Eingangsstromes werden durch ein EMV-Filter mit Tiefpasscharakteristik vom Netz ferngehalten. Es resultiert so wieder ein sinusförmiger, in Phase mit der Netzspannung liegender Netzstrom. Alternativ kann die Funktion der Gleichrichterbrücke und des nicht potentialgetrennten Hochsetzsteller-DC/DC-Konverters zu einem sogenannten Bridge less PFC Boost Rectifier kombiniert werden. Der Bridge less PFC Boost Rectifier weist einen zweistufigen Aufbau auf, bestehend aus einem Gleichrichter mit Leistungsfaktorkorrektur (engl. Power Factor Correction, „PFC“) zur Ausbildung eines sinusförmigen Eingangsstroms und einem nachfolgenden potentialgetrennten DC/DC-Konverter.

**[0004]** Allerdings ist für beide Fälle nach wie vor ein relativ hoher Realisierungsaufwand gegeben und es liegt eine zwar nicht mehr dreistufige, aber immer noch zweistufige Energieumformung mit beschränktem Wirkungsgrad vor.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Spannungswandler mit verbesserten Eigenschaften zu schaffen.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Es wird ein Spannungswandler mit einem Gleichstromanschluss, einem Wechselstromanschluss und einem Sperrwandler vorgeschlagen, wobei der Sperrwandler einen Speichertransformator mit galvanisch getrennter Primär- und Sekundärwicklung, einen primärseitigen Anschluss, umfassend einen ersten und einen zweiten primärseitigen Anschlusspunkt, einen sekundärseitigen Anschluss, umfassend einen ersten und einen zweiten sekundärseitigen Anschlusspunkt, mindestens einen elektronischen Schalter, über den der primärseitige Anschluss des Sperrwandlers mit der Primärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, sowie eine Steuerschaltung zur Ansteuerung des mindestens einen elektronischen Schalters aufweist, wobei der Sperrwandler derart mit dem Wechselstromanschluss verbunden ist, dass zwischen dem ersten und zweiten primärseitigen Anschlusspunkt des Sperrwandlers eine Wechselspannung anliegt.

**[0007]** Der erfindungsgemäße Spannungswandler kommt ohne zusätzliche Elemente zur Gleichrichtung der am Wechselstromanschluss anliegenden Wechselspannung aus. Je nach Konfiguration können Gleichrichterioden eingespart werden, so dass zum einen der Bauelementeaufwand sinkt und zum anderen weniger elektrische Verluste auftreten, so dass eine Wirkungsgradverbesserung erzielt wird.

**[0008]** Es kann vorgesehen sein, dass die Primärwicklung des Speichertransformators zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, und eine Mittelpunktzapfung aufweist, dass der erste primärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen ersten elektronischen Schalter mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, dass der zweite primärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad umfassend einen zweiten elektronischen Schalter mit dem zweiten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators verbunden ist und die Mittelpunktzapfung über einen dritten Strompfad mit dem zweiten primärseitigen Anschlusspunkt verbunden ist.

**[0009]** Weiter kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung so ausgestaltet ist, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter während der positiven Wechselspannungs-Halbwellen mit einem anderen Steuersignal ansteuert als während der negativen Wechselspannungs-Halbwellen, so dass der zweite Strompfad während der positiven Halbwellen gesperrt ist und der erste Strompfad während der negativen Halbwellen gesperrt ist. Die Steuereinrichtung kann vorzugsweise in den Spannungswandler integriert sein.

**[0010]** Es ist aber auch möglich, sie als externe Baugruppe auszufahren oder eine Schnittstelle zur Ansteuerung über einen Computer vorzusehen.

**[0011]** Weiter ist es möglich, dass die Steuereinrichtung so ausgestaltet ist, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbwellen die positive Wechselspannungs-Halbwellen von dem ersten elektronischen Schalter gemäß einem hochfrequenten Signal moduliert wird und während der negativen Wechselspannungs-Halbwellen die negative Wechselspannungs-Halbwellen von dem zweiten elektronischen Schalter gemäß dem hochfrequenten Signal moduliert wird. Die Frequenz des hochfrequenten Signals kann den 10- bis 100-fachen Wert der am Spannungswandler anliegenden Wechselspannung aufweisen. Dieser Wert kann auch für die nachfolgend beschriebenen Ausführungen bevorzugt sein. Infolge der hohen Frequenz ist es möglich, den Speichertransformator sehr klein auszubilden.

**[0012]** Der elektronische Schalter kann aus einer Serienschaltung einer Diode und eines Schalttransistors bestehen. Dabei kann die Diode vorgesehen sein, um den Schalttransistor vor zu hohen negativen Sperrspannungen zu schützen. Bei entsprechend spannungsfesten Transistoren ist die Diode entbehrlich.

**[0013]** Es kann vorgesehen sein, dass die Primärwicklung des Speichertransformators zwei Anschlüsse, einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste primärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen elektronischen Schalter mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, und dass der zweite primärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Primärwicklung verbunden ist. Weiter kann vorgesehen sein, dass die Primärwicklung des Speichertransformators zwei Anschlüsse, einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste primärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen ersten elektronischen Schalter und einen zweiten elektronischen Schalter mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, und dass der zweite primärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Primärwicklung verbunden ist.

**[0014]** Es kann vorgesehen sein, dass der erste elektronische Schalter und der zweite elektronische Schalter aus einer Gegenserienanordnung zweier Schalttransistoren mit jeweiliger antiparalleler Freilaufdiode oder einer Gegenserienanordnung zweier IGBTs oder MOSFET-Transistoren bestehen.

**[0015]** Weiter ist es möglich, dass der erste elektronische Schalter und der zweite elektronische Schalter aus einer Gegenparallelanordnung zweier bipolar sperrender Schalttransistoren bestehen.

**[0016]** Die Steuereinrichtung kann so ausgestaltet sein, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbwellen die positive Wechselspannungs-Halbwellen von dem ersten elektronischen Schalter gemäß einem hochfrequenten Signal moduliert wird und während der negativen Wechselspannungs-Halbwellen die negative Wechselspannungs-Halbwellen von dem zweiten elektronischen Schalter gemäß dem hochfrequenten Signal moduliert wird, wobei bei Einsatz von MOSFET-Transistoren zur Realisierung der Schalter der jeweils nicht modulierte Schalter zur Minimierung der Leitverluste vorteilhaft im Einschaltzustand verbleibt.

**[0017]** Weitere Ausführungen sind auf die Ausbildung des Sekundärstromkreises gerichtet.

**[0018]** Es kann vorgesehen sein, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad, der eine Diode umfasst, mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist.

**[0019]** Weiter kann vorgesehen sein, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Brückenstrompfad einer Diodenbrücke mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Brückenstrompfad der Diodenbrücke mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist.

**[0020]** In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung kann vorgesehen sein, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, und eine Mittelpunktanzapfung aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend eine erste Diode mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist und über einen zweiten Strompfad umfassend eine zweite Diode mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen dritten Strompfad mit der Mittelpunktanzapfung verbunden ist, wobei in die Mittelpunktsverbindung oder in die Verbindung mit dem positiven sekundärseitigen Anschlusspunkt vorteilhaft ein weiterer Schalttransistor eingefügt werden kann, der nur dann durchgeschaltet wird, wenn der Speichertransformator Energie an die Sekundärseite abgeben soll. Durch Anordnung dieses Schalters wird der Betriebsbereich des Systems hinsichtlich des möglichen Pegels der Ausgangsspannung erhöht. Eine sinngemäß gleiche Vorrichtung, d. h. ein Schalter in der negativen oder positiven Verbindung mit dem sekundärseitigen Anschlusspunkt kann vorteilhaft auch für die Ausführung der sekundärseitigen Gleichrichtung als Diodenbrücke vorgesehen werden.

**[0021]** Die Sekundärwicklung des Speichertransformators kann auch zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweisen, und es kann vorgesehen sein, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad, der einen dritten elektronischen Schalter umfasst, mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist. Die Steuereinrichtung kann so ausgestattet sein, dass sie den dritten elektronischen Schalter derart ansteuert, dass er gemäß einem hochfrequenten Signal an- und ausschaltet.

**[0022]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführung kann vorgesehen sein, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Brückenstrompfad einer mit vierten elektronischen Schaltern ausgebildeten Brücke mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Brückenstrompfad der mit den vierten elektronischen Schaltern ausgebildeten Brücke mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist.

**[0023]** Weiter kann vorgesehen sein, dass die vierten elektronischen Schalter aus einem Schalttransistor mit antiparalleler Freilaufdiode oder einem IGBT oder MOSFET-Transistor bestehen.

**[0024]** Die Sekundärwicklung des Speichertransformators kann auch zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, und eine Mittelpunktanzapfung aufweisen, wobei weiter vorgesehen sein kann, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen fünften elektronischen Schalter mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist und über einen zweiten Strompfad umfassend einen sechsten elektronischen Schalter mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist und die Mittelpunktanzapfung über einen dritten Strompfad mit dem zweiten sekundärseitigen Anschlusspunkt verbunden ist.

**[0025]** Die Steuereinrichtung kann so ausgestattet sein, dass sie die vierten bzw. fünften und sechsten elektronischen Schalter derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbwellen eine erste Gruppe der vierten elektronischen Schalter bzw. die fünften elektronischen Schalter gemäß einem hochfrequenten Signal an- und ausgeschaltet werden und während der negativen Wechselspannungs-Halbwellen eine zweite Gruppe der vierten elektronischen Schalter bzw. die sechsten elektronischen Schalter an- bzw. ausgeschaltet werden.

**[0026]** Die Steuereinrichtung kann weiter so ausgestaltet sein, dass nach Filterung schaltfrequenter Anteile des Eingangsstromes durch ein EMV-Filter ein netzspannungsproportionaler oder sinusförmiger Eingangsstrom am Wechselstromanschluss resultiert. Das EMV-Filter, bei dem es sich um ein LC-Glied handeln kann, ist vorgesehen, um den Eingangsstrom des Sperrwandlers, der einen impulsförmigen Verlauf mit einer sinusförmigen Hüllkurve aufweisen kann, von Oberwellen zu befreien, so dass keine störenden Rückwirkungen auf das Netz eintreten.

**[0027]** Der erfindungsgemäße Spannungswandler ermöglicht eine Vielzahl von Ausführungsformen durch Kombination der für die Primärseite und die Sekundärseite vorgesehenen Ausführungen. Werden auf der Sekundärseite anstelle der Dioden elektronische Schalter eingesetzt, wie vorstehend beschrieben, ist es möglich, die Spannungswandler nicht nur als AC/DC-Wandler, sondern bei entsprechender Ansteuerung auch als DC/AC-Wandler einzusetzen. So ist es möglich, auf der Gleichspannungsseite anfallende Energie, beispielsweise Bremsenergie, in ein Wechselspannungsnetz einzuspeisen.

**[0028]** Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

**[0029]** Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0030]** Fig. 2 Diagramme zur Ansteuerung des Spannungswandlers in Fig. 1;

**[0031]** Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0032]** Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0033]** Fig. 5 Diagramme zur Ansteuerung der Spannungswandler in Fig. 3 und Fig. 4;

**[0034]** Fig. 6 ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0035]** Fig. 7 Diagramme zur Ansteuerung des Spannungswandlers in Fig. 6;

**[0036]** Fig. 8 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0037]** Fig. 9 ein sechstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0038]** Fig. 10 Diagramme zur Ansteuerung der Spannungswandler in Fig. 8 und Fig. 9;

**[0039]** Fig. 11 ein siebentes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0040]** Fig. 12 ein achttes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers;

**[0041]** Fig. 13 ein neuntes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Spannungswandlers.

**[0042]** Fig. 1 zeigt einen Spannungswandler **1** mit einem Gleichstromanschluss **11**, einem Wechselstromanschluss **12** und einem Sperrwandler **13**. Der Spannungswandler arbeitet als AC/DC-Wandler.

**[0043]** Der Sperrwandler **13** weist einen Speichertransformator **14** mit einer Primärwicklung und einer galvanisch getrennten Sekundärwicklung auf. Ein primärseitiger Anschluss **13p** des Sperrwandlers **13** weist einen ersten und einen zweiten primärseitigen Anschlusspunkt auf. Ein sekundärseitiger Anschluss **13s** weist einen ersten und zweiten sekundärseitigen Anschlusspunkt auf.

**[0044]** Zwischen dem ersten und zweiten primärseitigen Anschlusspunkt des primärseitigen Anschlusses **13p** liegt eine Wechselspannung an. Der Anschluss **13p** ist in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel durch einen Kondensator **15** eines LC-Glieds überbrückt, das aus dem Kondensator **15** und einer Drossel **16** gebildet ist. Die Drossel **16** liegt in einem ersten Strompfad zwischen dem ersten primärseitigen Anschlusspunkt des primärseitigen Anschlusses **13** und einem ersten Anschlusspunkt des Wechselstromanschlusses **12**. Ein zweiter Strompfad verbindet den zweiten primärseitigen Anschlusspunkt des primärseitigen Anschlusses **13** mit einem zweiten Anschlusspunkt des Wechselstromanschlusses **12**. Am Wechselstromanschluss **12** liegt eine Netzspannung  $U_N$  an. Das LC-Glied aus Drossel **16** und Kondensator **15** ist zum Schutz vor EMV-Abstrahlung vorgesehen.

**[0045]** Die Primärwicklung des Speichertransformators **14** weist einen ersten und einen zweiten Anschluss und eine Mittelpunktzapfung aus. Der erste primärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers **13** ist über einen ersten Strompfad, der einen ersten elektronischen Schalter **17** umfasst, mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators **14** verbunden. Der erste primärseitige Anschlusspunkt ist weiter über einen zweiten Strompfad, der einen zweiten elektronischen Schalter **18** umfasst, mit dem zweiten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators **14** verbunden. Der zweite elektronische Schalter **19** ist gegensinnig zu dem ersten elektronischen Schalter **18** geschaltet. Der zweite primärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers **13** ist über einen dritten Strompfad mit der Mittelpunktzapfung der Primärwicklung des Speichertransformators **14** verbunden. Die elektronischen Schalter **17** und **18** sind in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsbeispiel aus der Serienschaltung einer Diode und eines Schalttransistors gebildet. Der Schalttransistor weist einen Steueranschluss **17s** bzw. **18s** auf. Auf die Diode kann hierbei auch bei entsprechender Auslegung des Schalttransistors nach [Fig. 2](#) verzichtet werden.

**[0046]** Die Sekundärwicklung des Speichertransformators **14** weist einen ersten und einen zweiten Anschluss auf. Der erste sekundärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers **13** ist über einen ersten Strompfad, der eine Diode **19** umfasst, mit dem ersten Anschluss verbunden. Der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers **13** ist über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss verbunden. Der erste und der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers **13** bilden den Gleichstromanschluss **11** des Sperrwandlers **13** und sind mit einem Kondensator **20** überbrückt. Der Kondensator **20** ist als ein Speicherkondensator vorgesehen und vorteilhafterweise als Elektrolytkondensator ausgebildet.

**[0047]** Zum Schutz vor Überspannungen können die beiden Teilwicklungen der Primärwicklung des Speichertransformators **14** durch einen Spannungsbegrenzer **21** überbrückt sein, der in den dargestellten Ausführungsbeispielen aus einer Gegenserienanordnung einer Diode und einer Zenerdiode gebildet ist.

**[0048]** Bei einem Sperrwandler wird in einer Leitphase, bei der der elektronische Schalter geschlossen ist, eine kleine Energiemenge im Magnetfeld des Speichertransformators gespeichert und in einer Sperrphase, in der der elektronische Schalter geöffnet ist, von einem am Gleichstromanschluss angeordneten elektrischen Verbraucher entnommen. Dabei wird Energie in dem Kondensator **20** zwischengespeichert, so dass auch in der Leitphase, in der das Magnetfeld aufgebaut wird, elektrische Energie am Gleichstromanschluss entnehmbar ist.

**[0049]** Der geschilderte Zyklus wird einige Tausend mal pro Sekunde durchlaufen, so dass ein quasi kontinuierlicher Energiefluss von der Primärseite zur Sekundärseite des Sperrwandlers ausgebildet ist.

**[0050]** [Fig. 2](#) veranschaulicht anhand von Diagrammen die Funktionsweise des in [Fig. 1](#) dargestellten Spannungswandlers **1**.

**[0051]** Das obere Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Wechselspannung  $u_N$  im Verlauf einer Wechselspannungsperiode. Die Wechselspannung  $u_N$  weist einen sinusförmigen Verlauf mit einer positiven und einer negativen Halbwelle auf.

**[0052]** Die beiden darunter angeordneten Diagramme zeigen den zeitlichen Verlauf der an den Steueranschlüssen **17s** und **18s** anliegenden Steuerspannungen  $u_{17s}$  und  $u_{18s}$ , die durch eine in [Fig. 1](#) nicht dargestellte Steuereinrichtung bereitgestellt werden. Die Steuereinrichtung ist so ausgestaltet, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter **17**, **18** derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbwelle die positive Wechselspannungs-Halbwelle von dem ersten elektronischen Schalter **17** gemäß einem hochfrequenten Signal moduliert wird und während der negativen Wechselspannungs-Halbwelle die negative Wechselspannungs-Halbwelle von dem zweiten elektronischen Schalter **18** gemäß dem hochfrequenten Signal moduliert wird. Die Frequenz des hochfrequenten Signals kann beispielsweise das 10- bis 100-fache der Netzfrequenz betragen.

**[0053]** Das untere Diagramm veranschaulicht den impulsförmigen Stromfluss im Primärstromkreis, der sich als Abfolge  $i_s(t)$  dreiecksförmiger Impulse darstellt, deren Amplituden einen sinusförmigen Verlauf, der in Phase mit dem Spannungsverlauf ist, zeigen. Das weiter oben in [Fig. 1](#) beschriebene LC-Glied aus der Drossel **16** und dem Kondensator **15** glättet den Wechselstromverlauf, dargestellt durch die Kurve  $i_N(t)$ .

**[0054]** [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zeigen ein zweites und ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Spannungswandlers. Die beiden Spannungswandler sind primärseitig gleich ausgebildet.

**[0055]** Fig. 3 zeigt einen Spannungswandler 2 mit einem Gleichstromanschluss, einem Wechselstromanschluss und einem Sperrwandler 13. Der Spannungswandler arbeitet als AC/DC-Wandler.

**[0056]** Die Primärwicklung des Speichertransformators 14 weist zwei Anschlüsse auf, einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss. Der erste primärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers 13 ist über einen ersten Strompfad umfassend einen ersten elektronischen Schalter 17 und einen zweiten elektronischen Schalter 18 mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators 14 verbunden. Der zweite primärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers 13 ist über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten primärseitigen Anschlusspunkt verbunden.

**[0057]** Der Spannungswandler 2 weist weiter wie der in Fig. 1 beschriebene Spannungswandler 1 ein LC-Glied aus Drossel 18 und Kondensator 15 auf, sowie optional einen Spannungsbegrenzer 18, der die Primärwicklung des Speichertransformators 14 überbrückt.

**[0058]** Die Sekundärwicklung des Speichertransformators 14 weist zwei Anschlüsse auf, einen ersten und einen zweiten Anschluss. Der erste sekundärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers 13 ist über einen ersten Brückenstrompfad einer Diodenbrücke, gebildet aus vier Dioden 9, mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators 14 verbunden. Der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers 13 ist über einen zweiten Brückenstrompfad der Diodenbrücke mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators 14 verbunden.

**[0059]** Der in Fig. 4 dargestellte Spannungswandler 2 ist wie der in Fig. 3 beschriebene Spannungswandler ausgebildet, mit dem Unterschied, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators 14 zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, und eine Mittelpunktanzapfung aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt des Sperrwandlers 13 über einen ersten Strompfad umfassend eine erste Diode 19 mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators 14 verbunden ist und über einen zweiten Strompfad umfassend eine zweite Diode 19 mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators verbunden ist und dass die Mittelpunktanzapfung über einen dritten Strompfad mit dem zweiten sekundärseitigen Anschlusspunkt des Sperrwandlers 13 verbunden ist.

**[0060]** Die elektronischen Schalter 17 und 18 bestehen in den in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispielen aus einem Schalttransistor mit antiparalleler Freilaufdiode oder einem IGBT oder MOSFET-Transistor. Die elektronischen Schalter 17 und 18 sind in einer Gegenserienschaltung angeordnet. Es ist auch möglich, dass der erste elektronische Schalter 17 und der zweite elektronische Schalter 18 aus einer Gegenparallelschaltung zweier bipolar sperrender Schalttransistoren bestehen.

**[0061]** Fig. 5 veranschaulicht anhand von Diagrammen die Funktionsweise des in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellten Spannungswandlers 2.

**[0062]** Das obere Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Wechselspannung  $U_N$  im Verlauf einer Schwingungsperiode. Die Wechselspannung  $u_N$  weist einen sinusförmigen Verlauf mit einer positiven und eine negativen Halbwelle auf.

**[0063]** Die beiden darunter angeordneten Diagramme zeigen den zeitlichen Verlauf der an den Steueranschlüssen 17s und 18s anliegenden Steuerspannungen  $u_{17s}$  und  $u_{18s}$ . Die in den in Fig. 3 und Fig. 4 nicht dargestellte Steuereinrichtung ist so ausgestaltet, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbwelle die positive Wechselspannungs-Halbwelle von dem ersten elektronischen Schalter 17 gemäß einem hochfrequenten Signal moduliert wird und der zweite Schalter 18 geschlossen ist und während der negativen Wechselspannungs-Halbwelle die negative Wechselspannungs-Halbwelle von dem zweiten elektronischen Schalter 18 gemäß dem hochfrequenten Signal moduliert wird und der Schalter 17 geschlossen ist.

**[0064]** Das untere Diagramm veranschaulicht den impulsförmigen Stromfluss im Primärstromkreis, der sich als Abfolge  $i_s(t)$  dreiecksförmiger Impulse darstellt, deren Amplituden einen sinusförmigen Verlauf zeigen. Das werter oben in Fig. 1 beschriebene LC-Glied aus der Drossel 16 und dem Kondensator 15 glättet den Stromverlauf, dargestellt durch die Kurve  $i_N(t)$ .

**[0065]** Fig. 6 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Spannungswandlers.

**[0066]** Ein Spannungswandler **4** ist wie der weiter oben in [Fig. 1](#) beschriebene Spannungswandler **1** ausgebildet, mit dem Unterschied, dass im Sekundärkreis anstelle der Diode **19** ein elektronischer Schalter **22** mit einem Steueranschluss **22s** angeordnet ist. Der elektronische Schalter **22** ist wie die elektronischen Schalter **17** und **18** aus der Serienschaltung einer Diode und eines Schalttransistors gebildet. Der Schalttransistor weist den Steueranschluss **22s** auf.

**[0067]** [Fig. 7](#) veranschaulicht anhand von Diagrammen die Funktionsweise des in [Fig. 6](#) dargestellten Spannungswandlers **3**.

**[0068]** Das obere Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Wechselspannung  $u_N$  im Verlauf einer Schwingungsperiode. Die Wechselspannung  $u_N$  weist einen sinusförmigen Verlauf mit einer positiven und eine negativen Halbwelle auf.

**[0069]** Die drei darunter angeordneten Diagramme zeigen den zeitlichen Verlauf der an den Steueranschlüssen **21s**, **17s** und **18s** anliegenden Steuerspannungen  $u_{21s}$ ,  $u_{17s}$  und  $u_{18s}$ . Während beider Halbwellen der Wechselspannung  $u_N$  liegt am sekundärseitigen Steuereingang **21s** eine impulsförmige Steuerspannung  $u_{21s}$  an. Am Steuereingang **17s** liegt während der positiven Halbwelle die Steuerspannung  $u_{17s}$  dauernd an, während der negativen Halbwelle ist die Steuerspannung Null. Die beiden elektronischen Schalter wirken wie eine Diode. Bei der negativen Halbwelle liegt am Steuereingang **18s** die Steuerspannung  $u_{18s}$  dauernd an, die Steuerspannung  $u_{17s}$  ist Null. Die beiden Schalter **17** und **18** wirken nun als gegensinnig gepolte Diode, die die negative Halbwelle des Wechselstroms durchlässt.

**[0070]** Das untere Diagramm veranschaulicht den impulsförmigen Stromfluss im Primärstromkreis, der sich als Abfolge  $i_s(t)$  dreiecksförmiger Impulse darstellt, deren Amplituden einen sinusförmigen Verlauf zeigen. Das weiter oben in [Fig. 1](#) beschriebene LC-Glied aus der Drossel **12** und dem Kondensator **13** glättet den Stromverlauf, dargestellt durch die Kurve  $i_N(t)$ .

**[0071]** Die [Fig. 8](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem ein Spannungswandler **4** wie der weiter oben in [Fig. 3](#) beschriebene Spannungswandler **2** ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass im Sekundärkreis anstelle der aus Dioden **19** gebildeten Brückengleichrichterschaltung eine aus elektronischen Schaltern **22** bis **25** ausgebildete Brückengleichrichterschaltung vorgesehen ist, wobei die elektronischen Schalter **22** und **23** den oberen Brückenast und die elektronischen Schalter **24** und **25** den unteren Brückenast bilden.

**[0072]** Die [Fig. 9](#) zeigt ein sechstes Ausführungsbeispiel, bei dem ein Spannungswandler **4** wie der weiter oben in [Fig. 4](#) beschriebene Spannungswandler **2** ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass im Sekundärkreis anstelle der Dioden **19** elektronische Schalter **22** und **23** mit Steueranschlüssen **22s** und **23s** vorgesehen sind.

**[0073]** Die in [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) dargestellten Spannungswandler ermöglichen wegen der auf der im Sekundärkreis vorgesehenen elektronischen Schalter das Rückspeisen elektrischer Energie vom Sekundärkreis in den Primärkreis des Spannungswandlers **13**, wobei gleichzeitig die Wandlung von Gleichspannung in Wechselspannung samt Spannungsanpassung möglich ist.

**[0074]** [Fig. 10](#) verdeutlicht die Zusammenhänge für das Ausführungsbeispiel in [Fig. 9](#).

**[0075]** Das obere Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Wechselspannung  $u_N$  im Verlauf einer Schwingungsperiode. Die Wechselspannung  $u_N$  weist einen sinusförmigen Verlauf mit einer positiven und eine negativen Halbwelle auf.

**[0076]** Die vier mittleren Diagramme zeigen die zeitabhängigen Verläufe der Steuerspannungen  $u_{20as}$ ,  $u_{20bs}$ ,  $u_{21bs}/u_{19bs}$  und  $u_{21as}/u_{19as}$ .

**[0077]** Die Verläufe von  $u_{22s}$  und  $u_{23s}$  sind in den beiden Halbwellen der Wechselspannung alternierend, d. h. wenn  $u_{22s}$  impulsförmig verläuft, ist  $u_{23s} = 0$  und umgekehrt.

**[0078]** Ebenso sind die Verläufe von  $u_{26s}/u_{18s}$  und  $u_{24s}/u_{17s}$  in den beiden Halbwellen der Wechselspannung alternierend, d. h. wenn  $u_{25s}/u_{18s}$  anliegt, ist  $u_{24s}/u_{17s} = 0$  und umgekehrt. Die besagten Spannungen liegen jeweils für die Dauer einer Halbwelle konstant an.

**[0079]** Die [Fig. 6](#) bis [Fig. 10](#) beschreiben Spannungswandler vom Typ des DC/AC-Wandlers.



**[0080]** Die in den Fig. 11 bis Fig. 13 dargestellten Ausführungsbeispiel ermöglichen je nach Ansteuerung einen Betrieb in beide Richtungen. Diese Spannungswandler sind also je nach Art der Ansteuerung als AC/DC oder DC/AC-Wandler einsetzbar.

**[0081]** Ein derartiger Betrieb ist grundsätzlich auch durch antiparallele Anordnung eines der AC/DC Systeme nach Fig. 1, Fig. 3, oder Fig. 4 und eines DC/AC Systems nach Fig. 6, Fig. 8, oder Fig. 9 realisierbar, die integrierte Ausführung nach Fig. 11, Fig. 12, oder Fig. 13 weist jedoch einen erheblich geringeren Realisierungsaufwand auf.

**[0082]** Das in Fig. 11 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt einen Spannungswandler **5**, der primärseitig wie der weiter oben in Fig. 1 beschriebene Spannungswandler ausgebildet ist, mit dem Unterschied, dass die elektronischen Schalter wie in den Fig. 3, Fig. 4, Fig. 8 und Fig. 9 ausgebildet sind.

**[0083]** Sekundärseitig weist der Spannungswandler **5** den Aufbau aus Fig. 1 auf, mit dem Unterschied, dass anstelle der Diode **19** ein elektronischer Schalter **22** mit einem Steueranschluss **22s** vorgesehen ist.

**[0084]** Es ergeben sich je nach Ansteuerung folgende Betriebsarten:

Betriebsart	Schalter <b>17</b>	Schalter <b>18</b>	Schalter <b>17'</b>	Schalter <b>18'</b>
AC/DC	an	getaktet	aus	getaktet
DC/AC	getaktet	aus	getaktet	aus

**[0085]** Das in Fig. 12 dargestellte Ausführungsbeispiel ist wie das weiter oben in Fig. 3 beschriebene Ausführungsbeispiel ausgebildet, mit dem Unterschied, dass bei einem Spannungswandler **6** ein Sekundärkreis vorgesehen ist, der wie der weiter oben in Fig. 8 beschriebene Sekundärkreis ausgebildet ist.

**[0086]** Es ergeben sich je nach Ansteuerung folgende Betriebsarten:

Betriebsart	Schalter <b>22–25</b>
AC/DC	gesperrt
DC/AC	angesteuert wie in Fig. 10

**[0087]** Das in Fig. 13 dargestellte Aus Ausführungsbeispiel ist wie das in Fig. 4 beschriebene Ausführungsbeispiel ausgebildet, mit dem Unterschied, dass im Sekundärkreis anstelle der Dioden **19** elektronische Schalter **22** und **23** mit Steueranschlüssen **22s** und **23s** vorgesehen sind.

**[0088]** Es ergeben sich je nach Ansteuerung folgende Betriebsarten:

Betriebsart	Schalter <b>22</b> und <b>23</b>
AC/DC	gesperrt
DC/AC	angesteuert wie in Fig. 10

Bezugszeichenliste

- 1–6** Spannungswandler
- 11** Gleichstromanschluss
- 12** Wechselstromanschluss
- 13** Sperrwandler
- 13p** primärseitiger Anschluss
- 13s** sekundärseitiger Anschluss
- 14** Speichertransformator
- 15** Kondensator
- 16** Drossel
- 17, 18** elektronischer Schalter
- 17s, 18s** Steueranschluss
- 19** Diode

<b>20</b>	Kondensator
<b>21</b>	Spannungsbegrenzer
<b>22–25</b>	elektronischer Schalter
<b>22s–25s</b>	Steueranschluss

### Patentansprüche

1. Spannungswandler (1–6) mit einem Gleichstromanschluss (11), einem Wechselstromanschluss (12) und einem Sperrwandler (13), wobei der Sperrwandler (13) einen Speichertransformator (14) mit galvanisch getrennter Primär- und Sekundärwicklung, einen primärseitigen Anschluss (13p), umfassend einen ersten und einen zweiten primärseitigen Anschlusspunkt, einen sekundärseitigen Anschluss (13s), umfassend einen ersten und einen zweiten sekundärseitigen Anschlusspunkt, mindestens einen elektronischen Schalter (17, 18, 17', 18'), über den der primärseitige Anschluss (13p) des Sperrwandlers (13) mit der Primärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, sowie eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung des mindestens einen elektronischen Schalters (17, 18, 17', 18') aufweist, wobei der Sperrwandler (13) derart mit dem Wechselstromanschluss (12) verbunden ist, dass zwischen dem ersten und zweiten primärseitigen Anschlusspunkt des Sperrwandlers (13) eine Wechselspannung ( $u_N$ ) anliegt.

2. Spannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, und eine Mittelpunktanzapfung aufweist, dass der erste primärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen ersten elektronischen Schalter (17) mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, dass der zweite primärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad umfassend einen zweiten elektronischen Schalter (18) mit dem zweiten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist und die Mittelpunktanzapfung über einen dritten Strompfad mit dem zweiten primärseitigen Anschlusspunkt verbunden ist

3. Spannungswandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgestaltet ist, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter (17, 18) während der positiven Wechselspannungs-Halbperiode mit einem anderen Steuersignal ansteuert als während der negativen Wechselspannungs-Halbperiode, so dass der zweite Strompfad während der positiven Halbperiode gesperrt ist und der erste Strompfad während der negativen Halbperiode gesperrt ist.

4. Spannungswandler nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgestattet ist, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter (17, 18) derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbperiode die positive Wechselspannungs-Halbperiode von dem ersten elektronischen Schalter (17) gemäß einem hochfrequenten Signal moduliert wird und während der negativen Wechselspannungs-Halbperiode die negative Wechselspannungs-Halbperiode von dem zweiten elektronischen Schalter (18) gemäß dem hochfrequenten Signal moduliert wird.

5. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der elektronische Schalter (17, 18) aus einer Serienschaltung einer Diode und eines Schalttransistors besteht.

6. Spannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste primärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen elektronischen Schalter (17, 18) mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, und dass der zweite primärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Primärwicklung verbunden ist.

7. Spannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste primärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen ersten elektronischen Schalter (17) und einen zweiten elektronischen Schalter (18) mit dem ersten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, und dass der zweite primärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Primärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist.

8. Spannungswandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste elektronische Schalter (17) und der zweite elektronische Schalter (18) aus einer Gegenserienanordnung zweier Schalttransistoren mit

jeweiliger antiparalleler Freilaufdiode oder einer Gegenserienerschaltung zweier IGBTs oder MOSFET-Transistoren bestehen.

9. Spannungswandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste elektronische Schalter (17) und der zweite elektronische Schalter (18) aus einer Gegenparallelschaltung zweier bipolar sperrender Schalttransistoren bestehen.

10. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgestaltet ist, dass sie den ersten und den zweiten elektronischen Schalter (17, 18) derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbwellen die positive Wechselspannungs-Halbwellen von dem ersten elektronischen Schalter (17) gemäß einem hochfrequenten Signal moduliert wird und während der negativen Wechselspannungs-Halbwellen die negative Wechselspannungs-Halbwellen von dem zweiten elektronischen Schalter (18) gemäß dem hochfrequenten Signal moduliert wird.

11. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad, der eine Diode (19) umfasst, mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist.

12. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Brückenstrompfad einer Diodenbrücke mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Brückenstrompfad der Diodenbrücke mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist.

13. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, und eine Mittelpunktanzapfung aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend eine erste Diode (19) mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist und über einen zweiten Strompfad umfassend eine zweite Diode (19) mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen dritten Strompfad mit der Mittelpunktanzapfung verbunden ist.

14. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad, der einen dritten elektronischen Schalter (22) umfasst, mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Strompfad mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist.

15. Spannungswandler nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgestaltet ist, dass sie den dritten elektronischen Schalter (22) derart ansteuert, dass er gemäß einem hochfrequenten Signal an- und ausschaltet.

16. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Brückenstrompfad einer mit vierten elektronischen Schaltern (22–25) ausgebildeten Brücke mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist, und dass der zweite sekundärseitige Anschlusspunkt über einen zweiten Brückenstrompfad der mit den vierten elektronischen Schaltern (22–25) ausgebildeten Brücke mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung verbunden ist.

17. Spannungswandler nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die vierten elektronischen Schalter (22–25) aus einem Schalttransistor mit antiparalleler Freilaufdiode oder einem IGBT oder MOSFET-Transistor bestehen.

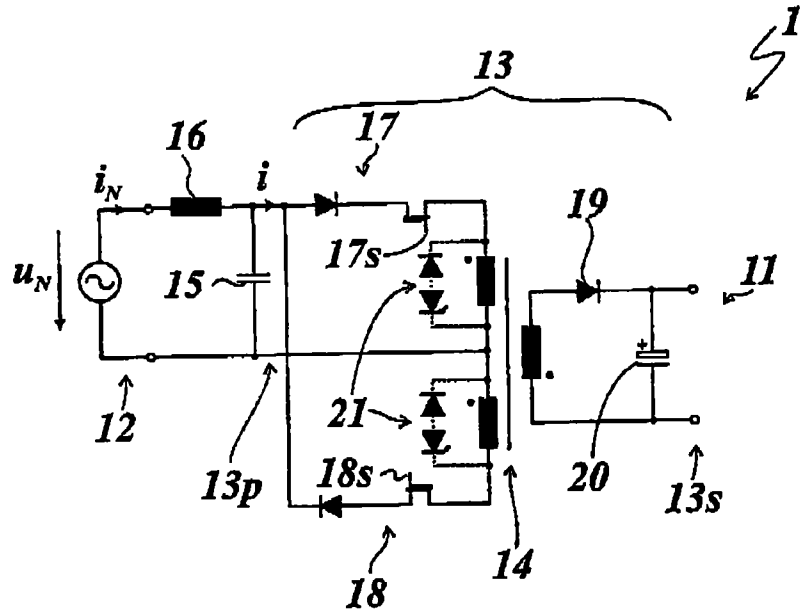
18. Spannungswandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Anschluss, und eine Mittelpunktanzapfung aufweist, dass der erste sekundärseitige Anschlusspunkt über einen ersten Strompfad umfassend einen fünften elektronischen Schalter (22) mit dem ersten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist und über einen zweiten Strompfad umfassend einen sechsten elektronischen Schalter (23) mit dem zweiten Anschluss der Sekundärwicklung des Speichertransformators (14) verbunden ist und die Mittelpunktanzapfung über einen dritten Strompfad mit dem zweiten sekundärseitigen Anschlusspunkt verbunden ist.

19. Spannungswandler nach Anspruch 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgestaltet ist, dass sie die vierten bzw. fünften und sechsten elektronischen Schalter (22–25) derart ansteuert, dass während der positiven Wechselspannungs-Halbwellen eine erste Gruppe der vierten elektronischen Schalter bzw. die fünften elektronischen Schalter gemäß einem hochfrequenten Signal an- und ausgeschaltet werden und während der negativen Wechselspannungs-Halbwellen eine zweite Gruppe der vierten elektronischen Schalter bzw. die sechsten elektronischen Schalter an- bzw. ausgeschaltet werden.

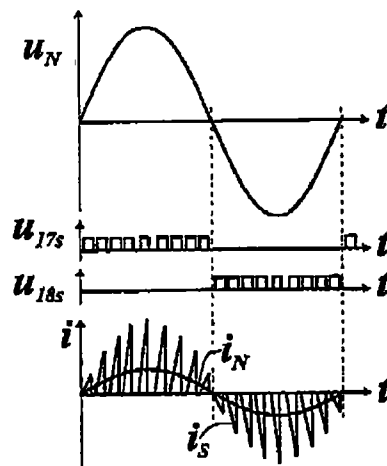
20. Spannungswandler nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung so ausgestaltet ist, dass nach Filterung schaltfrequenter Anteile des Eingangstromes durch ein EMV-Filter ein netzspannungsproportionaler oder sinusförmiger Eingangsstrom  $i_N$  am Wechselstromanschluss (12) resultiert.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



**Fig. 1**



**Fig. 2**

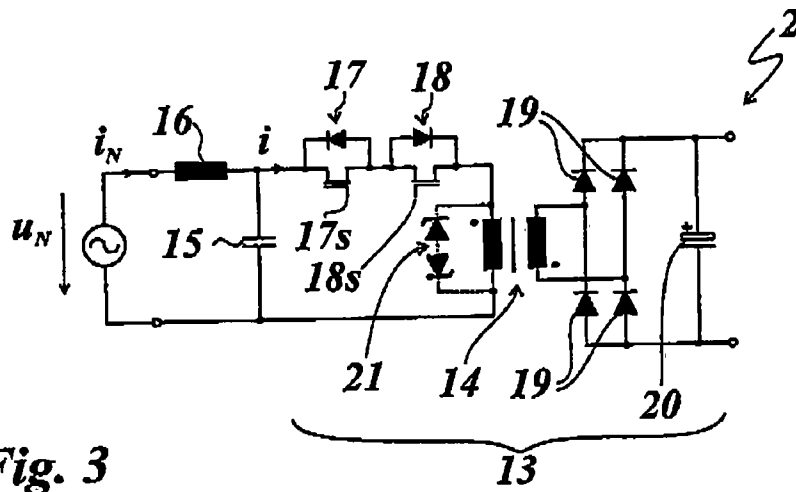


Fig. 3

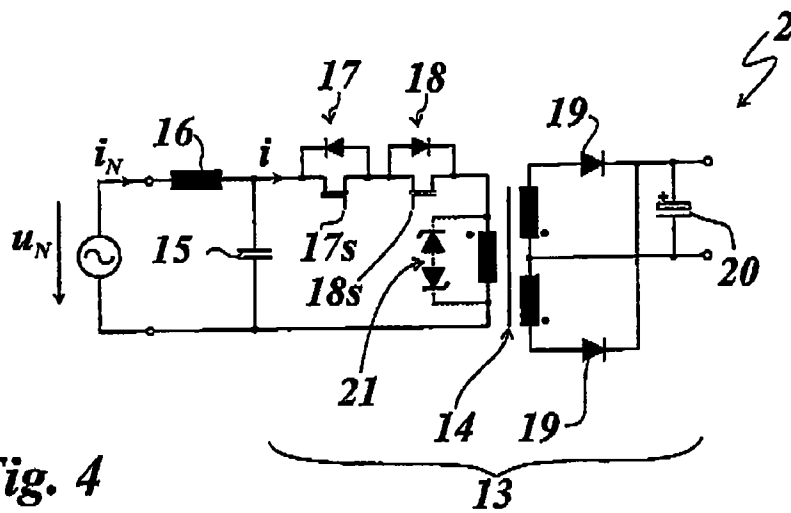


Fig. 4

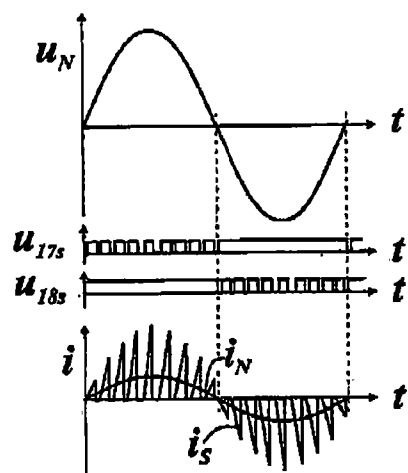


Fig. 5

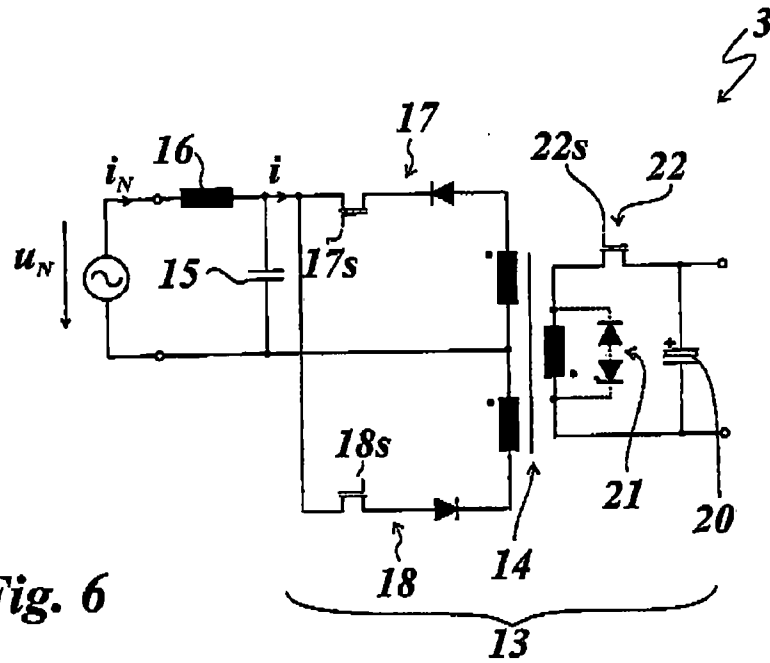


Fig. 6

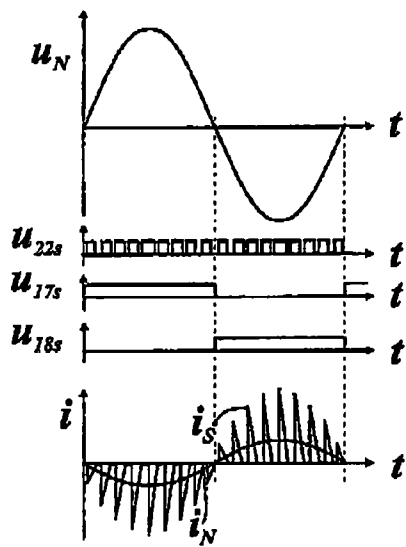


Fig. 7

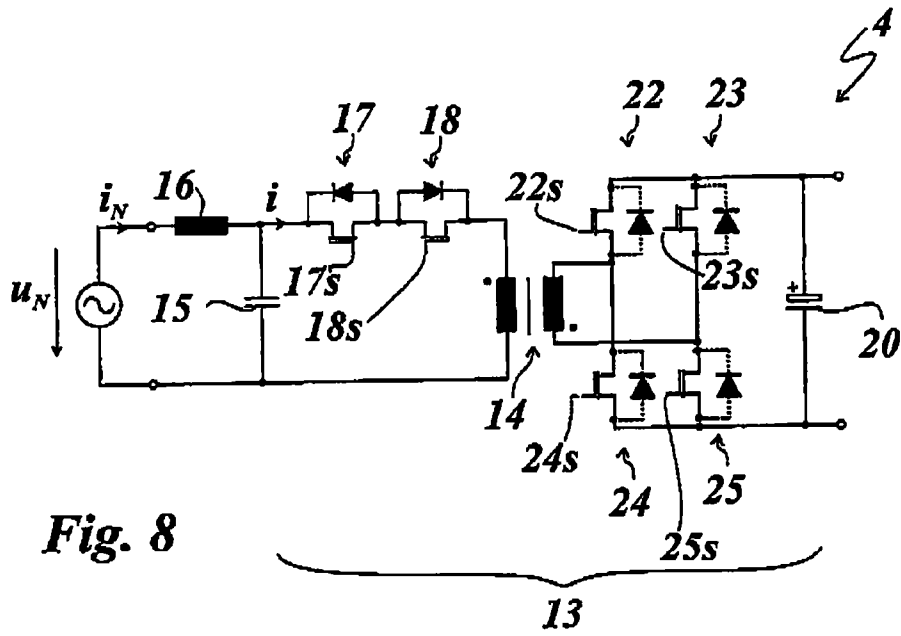


Fig. 8

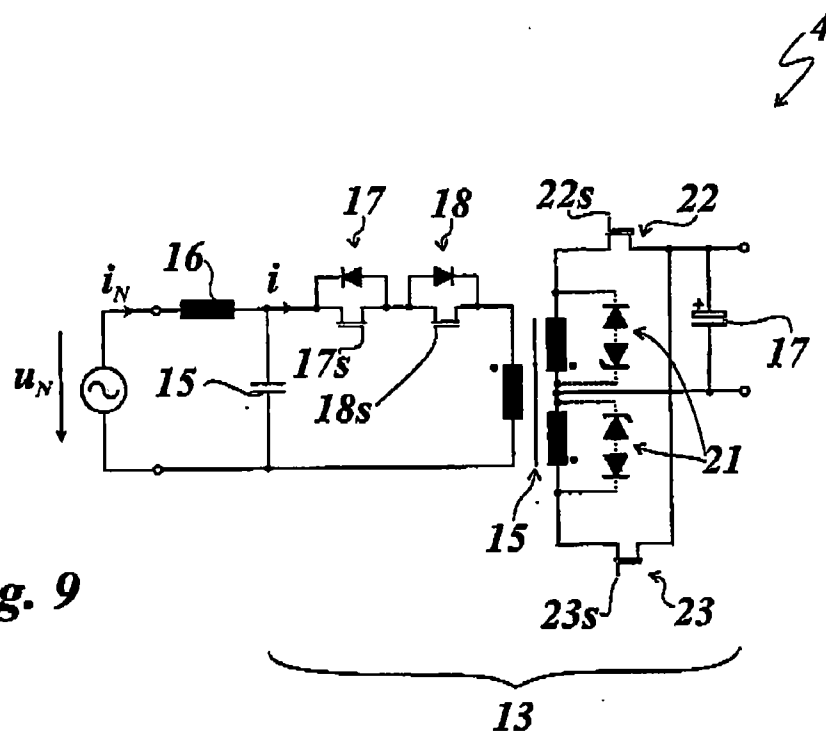


Fig. 9



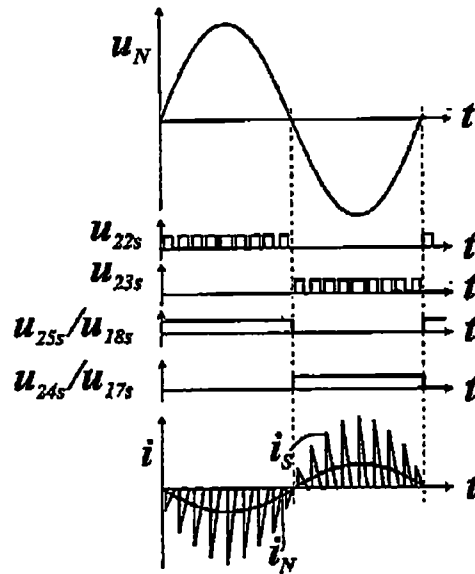


Fig. 10

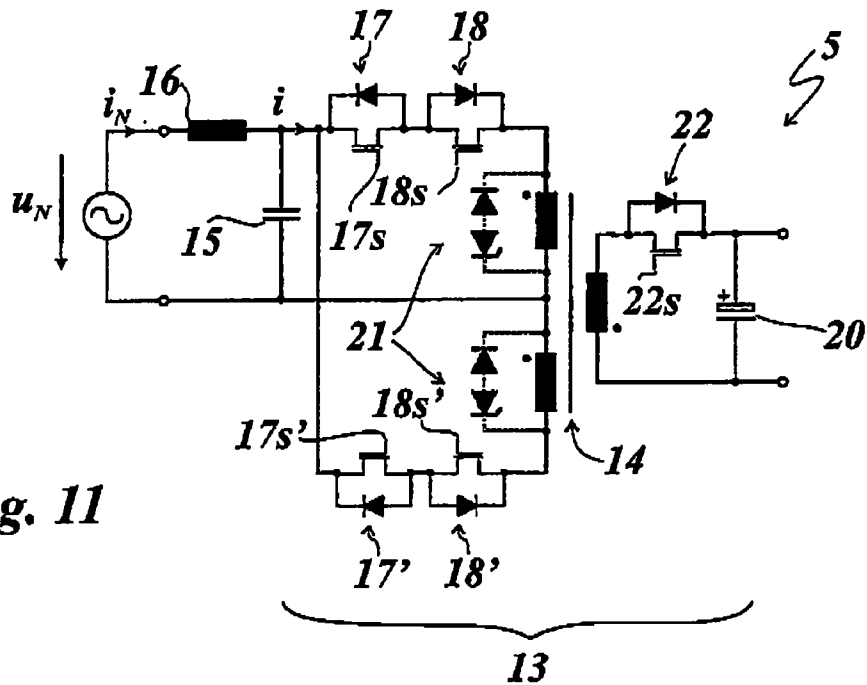
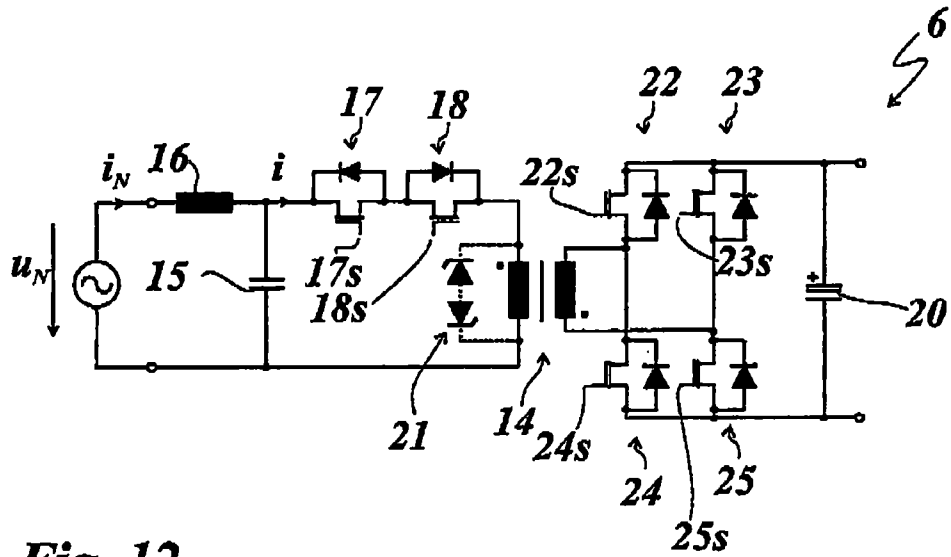
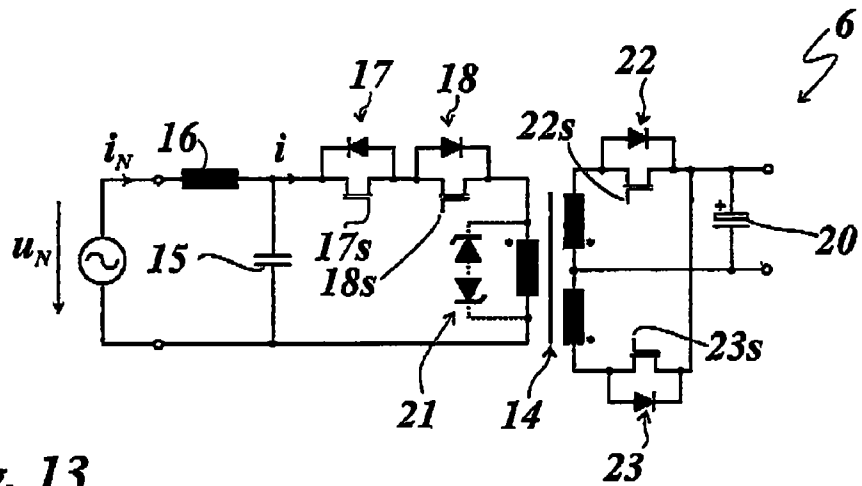


Fig. 11



**Fig. 12**



**Fig. 13**