

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 1058/2003 (51) Int. Cl.⁸: **H02M 5/10** (2006.01)
H01F 27/24 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2003-07-09
(43) Veröffentlicht am: 2008-08-15

(56) Entgegenhaltungen:
JP 05251244A JP 10152780A
"FACHKUNDE ELEKTROTECHNIK",
EUROPA LEHRMITTEL, 23. AUFLAGE,
SEITEN 79 UND 80

(73) Patentanmelder:
SIEMENS AG ÖSTERREICH
A-1210 WIEN (AT)
(72) Erfinder:
ECKL GERALD DIPL.ING. DR.
SCHLEINBACH (AT)
DIETRICH JURAN DIPL.ING.
EBREICHSDORF (AT)

(54) ÜBERTRAGER FÜR EIN SCHALTNETZTEIL

- (57) Übertrager (UET) für ein Schaltnetzteil (SNT) zur Umwandlung einer netzfrequenten Eingangsspannung in eine Gleich- oder Wechsel-Ausgangsspannung, wobei der Übertrager einen Kern (KER) besitzt, die Takt- und Übertragungsfrequenz (f_r) die Netzfrequenz (f_N) erheblich übersteigt und zumindest ein der Netzfrequenz angepasstes Energiespeichermittel vorgesehen ist, wobei Kern (KER) einen Luftspalt aufweist und sowohl aus Ferritmaterial als auch aus weichmagnetischem Material besteht.

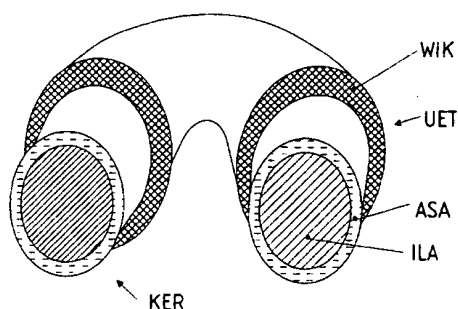


Fig. 2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schaltnetzteil zur Umwandlung einer netzfrequenten Eingangsschaltspannung in eine Gleich- oder Wechsel-Ausgangsspannung, unter Verwendung eines Übertragers mit einem Kern, wobei die Takt- und Übertragungsfrequenz die Netzfrequenz erheblich übersteigt und zumindest ein der Netzfrequenz angepasstes Energiespeichermittel vorgesehen ist.

Schaltnetzteile sind in einer Vielzahl von Ausführungsformen bekannt geworden, beispielsweise aus dem folgenden Patenten der Anmelderin:

EP 0 698 959 A1
US 5, 936,852
US 6,141,232

Die Energiespeicherung bezogen auf die Netzfrequenz, meist 50 Hz, ist vor allem im Hinblick auf die Forderung nach sinusförmiger Stromaufnahme von großer Bedeutung. Daraus resultieren auch aufwändige zweistufige Konzepte, welche z.B. einen Hochsetzsteller vorsehen, in welchem die Eingangsschaltspannung unter Verwendung zumindest eines mit hoher Frequenz gesteuerten Schalters, einer Ferritdrossel und eines Elektrolytkondensators in eine Zwischenkreisspannung gewandelt wird und diese in einer zweiten Stufe unter Verwendung zumindest eines, gleichfalls mit hoher Frequenz angesteuerten Schalters, eines Übertragers und eines Kondensators am Ausgang in eine Ausgangs-Gleich- oder Wechselspannung gewandelt wird.

Eine weitere Möglichkeit der Realisierung besteht durch Vorschalten einer Eisendrossel zur „langsamen“ - auf Netzfrequenz bezogenen - Energiespeicherung (Forderung nach hoher Energiedichte) und anschließend hochfrequenter Übertragung mittels bekannter Schaltnetzteiltologien, (z.B. 50 - 200 kHz) mittels z.B. Ferritübertragern oder -drosseln und Kondensatoren erforderlich, wobei es hier um einen raschen Austausch verhältnismäßig kleiner Energiemengen geht, entsprechend einer Forderung nach hoher Leistungsdichte.

In der Praxis müssen bei einer Nennleistung des Schaltnetzteils von 1kW in Elektrolytkondensatoren und/oder Eisendrosseln Energien in der Größenordnung von etwa 1 Joule im Netzfrequenzbereich „zwischengespeichert“ werden, wogegen der entsprechende Wert der hochfrequenten Energieübertragung in der Größenordnung von 50µJ liegt.

Bei den bekannten Lösungen sind somit, insbesondere dann, wenn die Forderung nach weitgehend sinusförmiger Stromaufnahme erfüllt wird, mehrere Energiespeicher notwendig, deren Realisierung einen Raum- und Kostenfaktor erheblichen Ausmaßes darstellt.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung eines Schaltnetzteils, welche beide genannten Funktionen erfüllt und somit der Aufwand für weitere Energiespeicher, wie insbesondere Elektrolytkondensatoren, möglichst gering ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Schaltnetzteil der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Kern einen Luftspalt aufweist und sowohl aus Ferritmaterial als auch aus weichmagnetischem Material besteht.

Die Erfindung kombiniert demnach in einem Übertrager, somit in einem einzigen Bauteil, unterschiedliche Energiespeicher, wodurch eine Reduktion der Baugröße und der Kosten möglich wird.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Kern des Übertragers eine innere Lage aus weichmagnetischem Material besitzt, welche von einer äußeren Schale aus Ferritmaterial umgeben ist. Dadurch kann die hochfrequente Energieübertragung kleinerer Energiemengen in den Randzonen stattfinden, wogegen die Speicherung größerer Energie-

mengen im Netzfrequenzbereich in einer inneren Zone erfolgt. In diesem Fall zeichnet sich eine leicht realisierbare Ausführung dadurch aus, dass die äußere Schale durch Aufwickeln einer Ferritfolie hergestellt ist.

- 5 Eine weiter zweckmäßige Variante zeichnet sich dadurch aus, dass der Übergang von weichmagnetischem Material zu Ferritmaterial in dem Kernquerschnitt des Übertragers allmählich verlaufend ist.

Es kann auch vorteilhaft sein, wenn zumindest ein Teil des Kerns des Übertragers ein Pulverkern ist.

Im Zusammenhang mit der Erfindung ist es oft zweckmäßig, wenn der Luftspalt des Übertragers ein verteilter Luftspalt ist, d.h. der Luftspalt ist nicht diskret ausgebildet, sondern im gesamten Kernmaterial verteilt.

15 Es hat sich auch als vorteilhaft erwiesen, wenn der Kern des Übertragers ein Ringkern ist.

Die Erfindung samt weiteren Vorteilen ist im folgenden an Hand beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen

- 20 Fig. 1+1a eine mögliche, prinzipielle Schaltung eines Schaltwandlers zur Wandlung einer Eingangswechselspannung in eine Ausgangsgleichspannung.
 Fig. 1b eine Variante des Eingangsteils, der ein Hochsetzsteller ist,
 Fig. 2 in einer schaubildlichen geschnittenen Darstellung einen erfindungsgemäß ausgeführten Übertrager für ein Schaltnetzteil beispielsweise nach Fig. 1, 1a, 1b,
 25 Fig. 3 ein Simulationsmodell eines Übertragers,
 Fig. 4 das Ergebnis einer Simulation an dem Modell nach Fig. 3 bei 50 Hz und
 Fig. 5 das Ergebnis einer Simulation an dem Modell nach Fig. 3 bei 100 kHz.

30 Fig. 1 zeigt ein herkömmliches Schaltnetzteil, bei welchem eine Netzwechselspannung U_E der Frequenz f_N , z. B. 50 Hz, zunächst mittels eines Gleichrichters D1 und eines Elektrolytkondensators C_1 in eine Gleichspannung U_{ZK} , oft Zwischenkreisspannung genannt, übergeführt wird. Gegebenenfalls kann im Eingangskreis noch eine Eisendrossel L1 vorgesehen sein. Über einen gesteuerten Schalter S wird diese Zwischenkreisspannung U_{ZK} periodisch mit einer Frequenz f_T von z. B. 20 bis 500 kHz an die Primärwicklung W1 eines Übertragers UET gelegt. Der Schalter S wird von einer Ansteuerschaltung AST gesteuert.

35 Sekundärseitig wird die Spannung an der Sekundärwicklung W2 des Übertragers mit Hilfe einer Gleichrichterdiode D2 und eines Kondensators C2 in eine Ausgangsgleichspannung U_A gewandelt. Eine Sensor- oder Regelschaltung SEN kann die Ausgangsspannung und/oder den Ausgangsstrom betreffende Werte über einen Optokoppler OKO an die Ansteuerschaltung AST liefern, um im Sinne einer Regelung das Tastverhältnis und/oder die Frequenz des Ansteuerpulses für den gesteuerten Schalter S zu beeinflussen. Andere Schaltungskonzepte ermöglichen es sekundärseitig auch eine Wechselspannung, z. B. mit Netzfrequenz abzugeben.

45 Bei der in Fig. 1b gezeigten Variante des Eingangsteils wird die Zwischenkreisspannung U_{ZK} unter Zwischenschaltung eines Hochsetzstellers erzeugt. Die gleichgerichtete Netzspannung, die an dem Elektrolytkondensator C_1 liegt, wird mittels einer Drossel L2, eines von einer Ansteuerschaltung ANG gesteuerten Schalters S1, einer Gleichrichterdiode D3 und eines Kondensators C in die Zwischenkreisspannung U_{ZK} gewandelt.

50 Die Energiespeicher bei diesen Schaltungen sind für die Speicherung größerer Energiemengen die Elektrolytkondensatoren C_1 und, sofern vorhanden, die Eisendrossel L1. Für die Speicherung kleinerer Energiemengen die (Ferrit)drossel L2, der Übertrager UET und die übrigen Kondensatoren. Die Speicherung „größerer Energiemengen“ bezieht sich auf den Netzfrequenzbe-

reich, die Speicherung „kleinerer Energiemengen“ auf den Schaltfrequenzbereich.

Die Erfindung sieht nun vor, den Übertragen UET so auszubilden, dass in ihm mehrere Energiespeicherfunktionen vereint sind. Zu diesem Zweck wird ein Kern für den Übertrager verwendet, der einerseits aus Ferritmaterial - für die hohen Schaltfrequenzen - und andererseits aus nichtmagnetischem Material - für die niedrige Netzfrequenz - besteht.

Das in Fig. 2 gezeigte Ausführungsbeispiel eines Übertragers UET nach der Erfindung zeigt einen Kern KER, der als Ringkern ausgebildet ist und auf diesem das Wickelgut WIG, z. B. bestehend aus den beiden Wicklungen W1, W2 der Fig. 1. Der Kern KER besitzt eine innere Lage ILA aus weichmagnetischem Material z. B. aus gepresstem Eisenpulver, wobei kein diskreter Luftspalt sondern ein sogenannter verteilter Luftspalt, nämlich in Form von homogen oder inhomogen verteilten Lufteinschlüssen (Poren) im Kernmaterial, vorgesehen ist. Über der inneren Lage ILA ist eine äußere Schale ASA angeordnet, die aus Ferritmaterial besteht und beispielsweise durch Aufwickeln einer Ferritfolie [Folien dieser Art sind im Handel erhältlich, meist unter der Bezeichnung FPC (Ferrite Polymer Composite) Film. Bei einem solchen Film sind in einer Polymermatrix Ferritteilchen eingelagert, wobei sich je nach Füllfaktor Anfangspermeabilitäten in der Größe von 10 bis 30 ergeben. Die Folienstärke liegt typisch zwischen 0,2 bis 0,4 mm. Empfohlene Anwendungen für derartige Folien sind Abschirmungen, Verzerrungskorrektoren bei Ablenkspulen von TV-Monitoren und Abstandshalter zwischen Ferritkernhälften. Näheres über Ferritfolien ist beispielsweise im Internet unter „Siemens Electronic Components“, www.ncnwest.com/cii/siemens (im November 2002) oder „Ferrite Polymer Composite (FPC) Film“, www.epcos.com (im November 2002) zu finden.] hergestellt wird.

Der Übertragerkomplex, d. h. Kernteil, Wickelgut, Luftspalt, mit dem weichmagnetischen Material übernimmt dabei den Großteil der Energiespeicherfunktion, die gemäß dem Stand der Technik z. B. dem Kondensator C1 und/oder der Drossel L1 zukommt. Dieser Übertragerkomplex ist somit in erster Linie für die Netzfrequenz f_N , z. B. 50 Hz, „zuständig“.

Demgegenüber kommt dem Übertragerkomplex mit dem Ferritmaterial in erster Linie die Übertragerfunktion zu, welche mit der Taktfrequenz f_T erfolgt, welche um 2 bis 3 Größenordnungen über der Netzfrequenz f_N liegt.

Anhand der vereinfacht dargestellten Simulation nach den Fig. 3 bis 5 erkennt man, dass sich bei 50 Hz (Netzfrequenz) die Feldlinien im Inneren des Kerns, nämlich im weichmagnetischen Material konzentrieren (Fig. 4), wogegen bei 100 kHz eine Konzentration in der äußeren Lage ASA am Ferritmaterial auftritt (Fig. 5). Die Basisimulation dieser vereinfacht dargestellten Simulationen wurde mit dem Finite Element Analysis-Tool „Maxwell 2D/3D“ der Fa. Ansoft Corp. durchgeführt. Dieses Programm dient zur Lösung der Grundgleichungen der Feldtheorie (Maxwell-Gleichungen) auf numerischer Basis.

Der Übertrager nach der Erfindung vereint somit die Funktionen mehrerer Bauteile herkömmlicher Schaltnetzteile in sich, was zu einer Reduktion der Abmessungen und der Kosten eines Schaltnetzteils führt.

Im Rahmen der Erfindung sind andere Varianten als die gezeigten möglich. Dies betrifft sowohl die Kernausbildung, die ein Schnittbandkern ebenso sein kann, wie alle anderen Kernbauarten nach dem Stand der Technik, als auch die verwendeten magnetischen Materialien. Als weichmagnetisches Material kommen neben Eisen-Transformatoren-Bleichen auch Eisen-Pulverkerne in Frage, für das Ferritmaterial neben der erwähnten Ferritfolien und Ferrit-Pulvermaterial, wobei sämtliche Kombinationen möglich sind. Durch entsprechende Mischungen in einem Pulverkern kann der Übergang vom inneren weichmagnetischen zum äußeren ferritischen Material auch allmählich erfolgen.

Patentansprüche:

1. Schaltnetzteil (SNT) zur Umwandlung einer netzfrequenten Eingangsspannung in eine Gleich- oder Wechsel-Ausgangsspannung, unter Verwendung eines Übertragers mit einem Kern (KER), wobei die Takt- und Übertragungsfrequenz (f_t) die Netzfrequenz (f_N) erheblich übersteigt und zumindest ein der Netzfrequenz (f_N) angepasstes Energiespeichermittel vorgesehen ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Kern (KER) einen Luftspalt aufweist und sowohl aus Ferritmaterial als auch aus weichmagnetischem Material besteht.
2. Schaltnetzteil nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Kern (KER) des Übertragers (UET) eine innere Lage aus (ILA) aus weichmagnetischem Material besitzt, welche von einer äußeren Schale (ASA) aus Ferritmaterial umgeben ist.
3. Schaltnetzteil nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die äußere Schale (ASA) durch Aufwickeln einer Ferritfolie hergestellt ist.
4. Schaltnetzteil nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Übergang von weichmagnetischem Material zu Ferritmaterial in dem Kernquerschnitt des Übertragers (UET) allmählich verlaufend ist.
5. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein Teil des Kerns (KER) des Übertragers (UET) ein Pulverkern ist.
6. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Luftspalt des Übertragers (UET) ein verteilter Luftspalt ist.
7. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Kern (KER) des Übertragers ein Ringkern ist.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

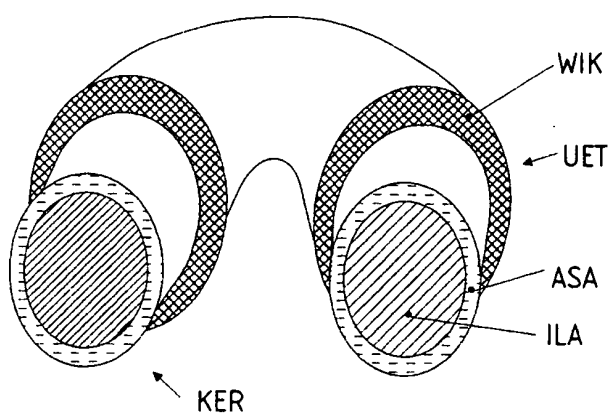
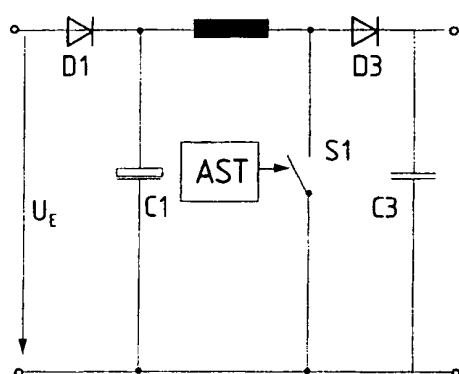
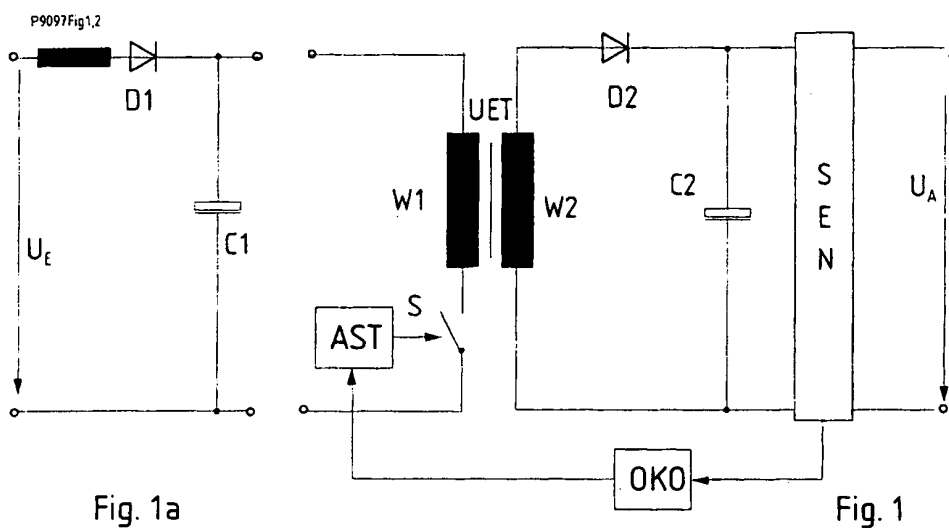


Fig. 2

