



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.08.2011 Patentblatt 2011/33

(51) Int Cl.:
H01F 27/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11001711.8**

(22) Anmeldetag: **22.04.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(72) Erfinder:
• **Schneider, Bernhard**
68794 Oberhausen-Rheinhausen (DE)
• **Uhl, Thomas**
76646 Bruchsal (DE)

(30) Priorität: **21.05.2008 DE 102008024602**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
09749527.9 / 2 281 293

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 02-03-2011 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: **SEW-EURODRIVE GmbH & Co. KG**
76646 Bruchsal (DE)

(54) **Anordnung**

(57) Induktivität, umfassend eine Hauptwicklung, die um zumindest einen Schenkel eines Kerns herum ausgeführt ist, wobei die Hauptwicklung mit Wechselstrom beauf-

schlagt ist, wobei eine Steuerwicklung auf zumindest einem Schenkel des Kerns vorgesehen ist, die mit unipolarem Strom beaufschlagt ist.

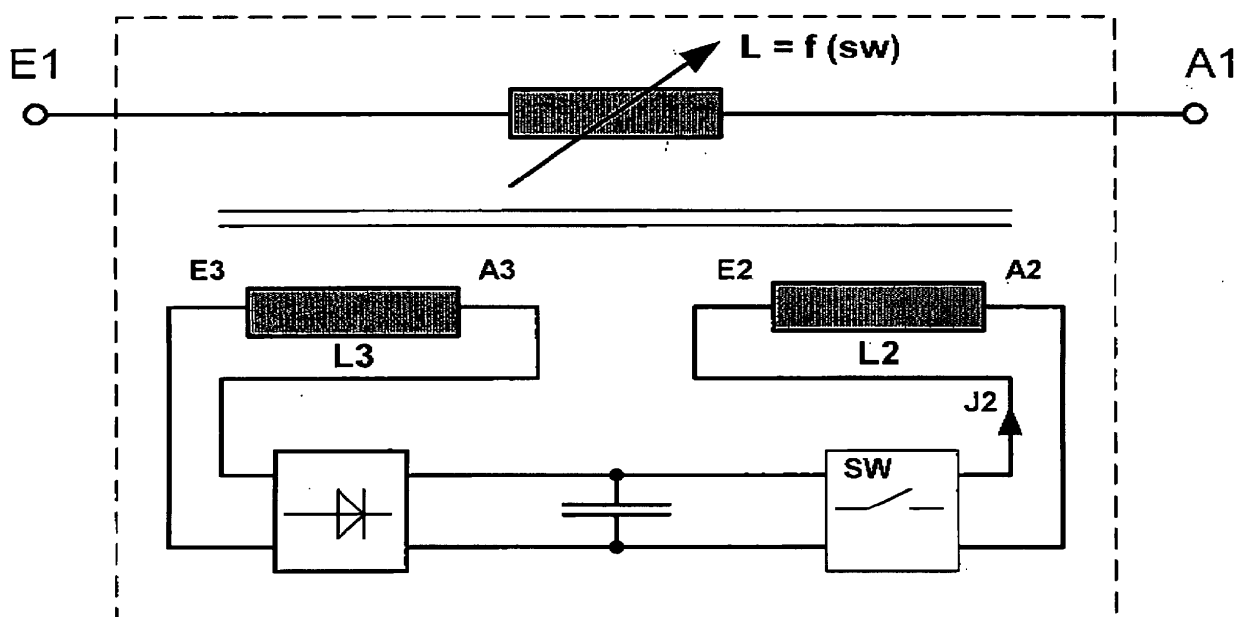


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung.

[0002] Es ist bekannt, Induktivitäten mit Kapazitäten zu einer Resonanzschaltung zu verbinden.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Anlage mit Induktivitäten weiterzubilden

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei der Anordnung nach den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0005] Wichtige Merkmale bei der Anordnung sind, dass sie zur berührungslosen Energieübertragung vorgesehen ist, wobei ein mittelfrequenter Strom in ein langgestreckt ausgeführtes Primärleitersystem eingespeist wird, wobei Verbraucher aus einer mit dem Primärleitersystem induktiv gekoppelt vorgesehenen Sekundärspule versorgt sind, wobei der Sekundärspule eine derartige Kapazität in Reihe oder parallel zugeschaltet ist, dass die zugehörige Resonanzfrequenz im Wesentlichen der Mittelfrequenz, insbesondere zwischen 10 und 500 kHz, des Stromes entspricht, wobei eine steuerbare Induktivität vorgesehen ist

[0006] Von Vorteil ist dabei, dass ein auf Resonanz angelegter Schaltungsteil, wie beispielsweise ein Resonanzschwingkreis, eine Gyratoranordnung, oder auch ein Transformator auf einen gewünschten Wert hin regelbar sind.

[0007] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Induktivität die Sekundärspule. Von Vorteil ist dabei, dass auch bei einem Vierpol wie Trafo oder dergleichen die Induktivität steuerbar ist.

[0008] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Induktivität in einer Gyratoranordnung vorgesehen ist. Von Vorteil ist dabei, dass die Gyratoranordnung auf den gewünschten Soll-Frequenzverlauf hin einstellbar ist

[0009] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Induktivität derart mit der Induktivität des Primärleitersystem verbunden ist und eine derartige Kapazität mit dem Primärleitersystem in Wirkverbindung ist, dass die zugehörige resultierende Resonanzfrequenz auf die Mittelfrequenz abstimmbare ist. Von Vorteil ist dabei, dass der Wirkungsgrad optimierbar ist und alterungs-, witterungs- oder temperaturbedingte Veränderungen ausgleichbar sind.

[0010] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Kapazität in einer das Primärleitersystem direkt oder über einen Transformator speisenden Gyratoranordnung angeordnet

und/oder die Kapazität ist in Reihe oder parallel beschaltet zur mit der Induktivität des Primärleitersystem verbundenen Induktivität vorgesehen. Von Vorteil ist dabei, dass die Abstimmung des Primärleitersystems ebenfalls mittels der steuerbaren Induktivität ausführbar ist. Hierbei wird die steuerbare Induktivität in Reihe geschaltet zum Primärleiter, also zur Induktivität des Primärleiters. Die zur Erreichung der Resonanz vorgesehene Kapazi-

tät ist innerhalb der Gyratoranordnung vorgesehen, aus der das Primärleitersystem über einen Transformator hinweg versorgt wird.

[0011] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist eine Reglerschaltung vorgesehen, deren Eingang mit einem Mittel zur Erfassung der relativen Phasenlage zwischen einer Spannung und einem Strom vorgesehen ist, insbesondere wobei der Strom der Primärstrom ist, und deren Ausgang mit der steuerbaren Induktivität als Stellglied verbunden ist. Von Vorteil ist dabei, dass eine automatische Regelung vorsehbar ist, die auch bei Veränderung von physikalischen Parametern den Wert der Resonanzfrequenz nachführt, indem sie die steuerbare Induktivität auf den gewünschten Wert hin regelt.

[0012] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst die Induktivität eine Hauptwicklung, die um zumindest einen Schenkel eines Kerns herum ausgeführt ist, wobei die Hauptwicklung mit Wechselstrom beaufschlagt ist,

wobei eine Steuerwicklung auf zumindest einem Schenkel des Kerns vorgesehen ist, die mit unipolarem Strom beaufschlagt ist.

[0013] Von Vorteil ist dabei, dass der Wert der Induktivität auf einen gewünschten Sollwert hin veränderbar und abstimmbare ist.

[0014] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Steuerwicklung zumindest zwei Teilwicklungen auf, deren Wicklungssinn derart ausgeführt ist,

- dass die Richtung des im vom ersten Teilbereich der Steuerwicklung umfassten Bereich erzeugten Hauptflusses der Richtung des von der Hauptwicklung bei Beaufschlagung positivem Strom erzeugten Flusses in diesem Bereich entspricht,

- und dass die Richtung des im vom zweiten Teilbereich der Steuerwicklung umfassten Bereich erzeugten Hauptflusses der Richtung des von der Hauptwicklung bei Beaufschlagung mit negativem Strom erzeugten Flusses in diesem zweiten Bereich, insbesondere also im vom zweiten Teilbereich der Steuerwicklung umfassten Bereich, entspricht.

[0015] Von Vorteil ist dabei, dass die induzierte Spannung gering bleibt und trotzdem ein Feld erzeugbar ist, das den Kern der Hauptspule magnetisiert, insbesondere als Gleichfeld, also konstantes Feld.

[0016] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Steuerwicklung derart ausgeführt, dass jeweils abwechselnd nach Ausführung einer ersten Anzahl von Windungen eines Teilbereiches eine entsprechende Anzahl von Windungen des anderen Teilbereichs ausgeführt ist, insbesondere wobei die Anzahl einen Wert zwischen 1 und 10 annimmt. Von Vorteil ist dabei, dass die in den ersten Windungen induzierte Spannung gering bleibt und somit auch die Isolierung nur gegen geringe Spannungen ausgeführt werden muss.

[0017] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist eine

Versorgungswicklung auf zumindest einem Schenkel des Kerns vorgesehen, mit der Mittel zur Erzeugung des unipolaren Stroms verbunden sind, insbesondere wobei die Mittel aus der induzierter Spannung, insbesondere also Sekundärspannung, der Versorgungswicklung versorgt sind. Von Vorteil ist dabei, dass die Versorgung der Steuerspule dezentral ermöglicht ist, Es muss also keine Versorgungsleitung zusätzlich zum Primärleiter verlegt werden sondern es genügt die Verlegung des Primärleiters, aus dem die Steuerspule induktiv über die Versorgungsspule versorgbar ist.

[0018] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung umfassen die Mittel zur Erzeugung des unipolaren Stroms eine steuerbare Anordnung, wie DC/DC-Wandler, Leistungsschalter und/oder steuerbarer Widerstand. Von Vorteil ist dabei, dass der Wert des Stromes in der Steuerspule stellbar ist, also steuerbar ist.

[0019] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Kern einen Luftspalt S auf, welcher im von der Hauptwicklung erzeugten Hauptfluss durchdrungen wird, wobei die von den jeweiligen Teilwicklungen erzeugte Flüsse im Wesentlichen durch Bereiche des Kerns ohne Luftspalt geleitet sind. Von Vorteil ist dabei, dass ein nur geringer Steuerstrom notwendig ist, mit dem die Sättigung desjenigen Bereiches ermöglicht ist, der vom Hauptfluss der Teilwicklungen durchdrungen wird. Der Luftspalt ist nur in demjenigen Bereich des Kerns angeordnet, der vom Hauptfluss der Hauptwicklung im wesentlichen ausschließlich durchdrungen wird, wodurch die Steilheit der Magnetisierungskennlinie für die Hauptwicklung vermindert ist.

[0020] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die Steuersignale zur Ansteuerung berührungslos und/oder galvanisch getrennt übertragen. Von Vorteil ist dabei, dass kein zusätzlicher Aufwand für galvanische Trennung betrieben werden muss. Außerdem ist es einfach ermöglicht, dass die mit der Steuerspule verbundene Steuerelektronik auf verschiedenem Potential arbeitet.

[0021] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Mittel als Steuerglied einer Regelschaltung vorgesehen und mit dieser verbunden. Von Vorteil ist dabei, dass der Wert des Steuerstromes regelbar ist, insbesondere also auf einen Sollwert hin.

[0022] Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bezugszeichenliste

[0023]

- 1 ansteuerbarer Schaltglied
- 2 erster E-förmiger Kern
- 3 zweiter E-förmiger Kern
- L Induktivität der Hauptwicklung

L2 Induktivität der Steuerwicklung

L3 Induktivität der Versorgungswicklung

5 E1, A1 Anschlüsse der Hauptwicklung

E2, A2 Anschlüsse der Steuerwicklung

E3, A3 Anschlüsse der Versorgungswicklung

10

S Luftspalt

SW Schalterstellung

15 R Widerstandswert

δ Tastgrad, Tastverhältnis

[0024] Die Erfindung wird nun anhand von Abbildungen näher erläutert:

20

In der Figur 1 ist der schematische Schaltplan eines ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels gezeigt. In der Figur 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei statt des Schaltgliedes 1 ein steuerbarer Widerstand verwendet ist. In der Figur 3 ist ein anderes Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei statt des Schaltgliedes 1 der Figur 1 ein DC/DC-Wandler gezeigt ist. In der Figur 4 ist eine Induktivität mit zwei zueinander zugewandten E-förmigem Kernen gezeigt, wobei Wicklungen symbolisch angedeutet sind.

25

30

[0025] In der Figur 1 ist die Hauptwicklung mit der Induktivität L dargestellt mit den Anschlüssen E1 und A1. Induktiv gekoppelt, also beispielsweise auf den Kern der Hauptwicklung gewickelt, sind die Steuerwicklung L2 mit den Anschlüssen E2 und A2 und die Versorgungswicklung L3 mit den Anschlüssen E3 und A3 vorgesehen. Dabei wird die Wicklung der Hauptwicklung L mit einem Wechselstrom gespeist, wodurch an der induktiv gekoppelten Versorgungswicklung eine Spannung bereit stellbar ist, die einem Gleichrichter zugeführt wird. Die gleichgerichtete Spannung ist optional mit einem Kondensator glättbar und wird dann einem Schaltglied 1 zugeführt, wobei dieses getaktet betrieben wird, beispielsweise pulsweitenmoduliert. Hierbei wird in jeder Taktperiode für einen ersten Zeitabschnitt ein vom Schaltglied umfasster Schalter, beispielsweise ein steuerbarer Leistungshalbleiterschalter, geschlossen und in einem nachfolgenden Zeitabschnitt geöffnet. Auf diese Weise ist der durch die Steuerwicklung L2 fließende Strom steuerbar. Im zeitlichen Mittel fließt also ein Gleichstrom durch die Steuerwicklung L2, wodurch somit der Kern der Hauptwicklung eine entsprechende Magnetisierung erfährt. Hierbei ist wichtig, dass die Magnetisierung des Kerns keine lineare Funktion des durch den Strom erzeugten Magnetfeldes ist sondern bei größeren Strom-

35

40

45

50

55

werten sogar in ein Sättigungsverhalten übergeht.

[0026] Auf diese Weise ist also die effektive Induktivität L der Hauptwicklung veränderbar abhängig vom in die Steuerwicklung eingeprägten Strom. Mittels der Versorgungswicklung ist somit eine von weiteren elektronischen Schaltungen galvanisch getrennte Versorgung ermöglicht, die auch räumlich weit entfernt einsetzbar ist ohne hierzu notwendige Versorgungskabel.

[0027] Die Steuersignale für das Schaltglied 1 sind berührungslos und sogar galvanisch getrennt übertragbar. Beispielsweise ist hierzu ein Optokoppler am Schaltglied 1 vorgesehen, das mit einer in der Figur nicht gezeigten zentralen Steuerung in Wirkverbindung ist. Alternativ ist auch ein auf den Primärleiter aufmodulierter hochfrequenter Stromanteil zur Übertragung der Steuersignale für das Schaltglied verwendbar. Die zugehörige Frequenz ist größer als die Mittelfrequenz des in den Primärleiter eingespeisten Stromes, also des für die Leistungsversorgung wesentlichen Stromanteils. Mittels der Versorgungsspule ist auch der hochfrequente Stromanteil detektierbar und somit im Schaltglied abkoppelbar vom Versorgungsstromanteil.

[0028] Anstatt der genannten Steuersignale sind in weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen auch nur Informationen übertragbar, wobei dann im Schaltglied eine elektronische Schaltung zur Erzeugung der Steuersignale umfasst ist.

[0029] Als Material zur Herstellung des Kerns eignen sich Ferrit-Materialien oder auch andere ferromagnetischen oder ferrimagnetischen Materialien.

[0030] Die erfindungsgemäße Anordnung ist bei einem System zur berührungslosen Energieübertragung verwendbar, bei dem ein langgestreckt verlegter Primärleiter vorgesehen ist, in den ein mittelfrequenter Strom eingeprägt wird, insbesondere mit einer Frequenz zwischen 10 und 500 kHz. Der entlang dem Primärleiter bewegbare Verbraucher weist eine Sekundärspule auf, die induktiv mit dem Primärleiter gekoppelt ist und der eine derartige Kapazität in Reihe oder parallel zugeschaltet ist, so dass die zugehörige Resonanzfrequenz im Wesentlichen der Mittelfrequenz entspricht. Hierbei ist die Hauptwicklung der erfindungsgemäßen Anordnung als Sekundärwicklung verwendbar und mittels des Stromes in der Steuerwicklung die Induktivität veränderbar, also die Resonanzfrequenz auf die Mittelfrequenz hin regelbar oder abstimmbaar. Mittels der resonanten Übertragung sind aus der Sekundärwicklung versorgte Verbraucher mit einem nur geringfügig schwankenden Wirkungsgrad versorgbar bei schwankendem Abstand zwischen Primärleiter und Sekundärspule.

[0031] Des Weiteren wird zur Erzeugung des mittelfrequenten Stromes für den Primärleiter ein Umrichter verwendet, dessen Endstufe aus einer unipolaren Spannung, der sogenannten Zwischenkreisspannung, versorgt wird, die von einem netzgespeisten Gleichrichter erzeugt wird. Die Endstufe umfasst hierbei Halbbrücken, welche jeweils zwei in Reihe geschaltete pulsweitenmoduliert angesteuerte Leistungshalbleiterschalter umfas-

sen. Auf diese Weise ist eine mittelfrequente Spannung erzeugbar, die zur Speisung einer Gyratoranordnung verwendet ist. Mittels der Gyratoranordnung wird aus der mittels der Endstufe realisierten Spannungsquelle eine mittelfrequente Stromquelle hergestellt, die zur Speisung einer Primärleiterschleife vorgesehen ist, wobei die Primärleiterschleife den Primärleiter umfasst.

[0032] Als Gyratoranordnung wird ein Vierpol verwendet, der mindestens eine Induktivität und mindestens eine Kapazität umfasst, wobei die Werte dieser Größen derart gewählt sind, dass die zugehörige Resonanzfrequenz der Mittelfrequenz im Wesentlichen entspricht. Hierzu ist als Induktivität wiederum eine erfindungsgemäße Anordnung verwendbar, so dass die Induktivität auf den optimalen Wert abstimmbaar oder darauf hin regelbar ist.

[0033] Vorteiligerweise sind somit alterungs-, feuchtigkeits-, witterungs-, temperaturbedingte oder anderweitig bedingte Abweichungen oder Drifte der Werte ausgleichbar und/oder nachregelbar.

[0034] Zwischen dem Ausgang des Gyrtors und der Primärleiterschleife ist ein Transformator anordenbar, der zur Anpassung der Induktivität verwendbar ist. Auch für dessen Induktivitäten ist die erfindungsgemäße Anordnung einsetzbar, um diese abstimmbaar auszuführen.

[0035] Dem langgestreckt verlegten Primärleiter ist insgesamt eine Kapazität in Reihe beschaltet, so dass die zugehörige Resonanzfrequenz auf die Mittelfrequenz abzustimmen ist. Bei räumlich weit ausgedehnten Anlagen ist es hierbei vorteilhaft, den Primärleiter in Abschnitte aufzuteilen und jedem Abschnitt eine Teilkapazität zuzuordnen. Zusätzlich ist zur Abstimmung auch eine Induktivität zuordenbar, beispielsweise in Reihe, wobei diese als erfindungsgemäße Anordnung ausführbar ist und somit eine Abstimmung auf die Resonanzfrequenz ermöglicht ist.

[0036] Die genannten Komponenten sind also mit erfindungsgemäß steuerbaren Induktivitäten ausstattbar und somit abstimmbaar auf die gewünschten Sollwerte.

[0037] In der Figur 2 ist statt des steuerbaren Schaltgliedes 1 ein steuerbarer Widerstand R vorgesehen, der somit den Wert der Hauptinduktivität bestimmt. Die Funktionsweise ist der Figur 1 entsprechend ausgeführt.

[0038] In der Figur 3 ist statt des steuerbaren Schaltgliedes 1 der Figur 1 ein steuerbarer DC/DC-Wandler vorgesehen. Die Funktionsweise ist der Figur 1 entsprechend ausgeführt. Der Tastgrad oder das Tastverhältnis δ bestimmen somit die Induktivität.

[0039] In der Figur 4 ist eine beispielhafte Ausführung der steuerbaren Hauptinduktivität erfindungsgemäßen Anordnung gezeigt. Hierbei ist die Hauptwicklung L um den ersten E-förmigen Kern 2 gewickelt und weist die Anschlüsse $E1$ und $A1$ auf. Der zum Schließen des aus dem ersten E-förmigen Kern austretenden Magnetflusses vorgesehene zweite E-förmige Kern weist um seinen Mittelschenkel die Versorgungswicklung $L3$ auf, wobei die Anschlüsse mit $E3$ und $A3$ bezeichnet sind. Die Steuerwicklung $L2$ ist in zwei Teilwicklungen ausgeführt,

wobei die erste Teilwicklung im rechten Hauptschenkel und die zweite Teilwicklung im linken Hauptschenkel vorgesehen ist. Die Wicklungssinne der beiden Teilwicklungen sind gegenläufig ausgeführt. Der von der Hauptwicklung L erzeugte Fluss geht vom Hauptschenkel des ersten E-förmigen Kerns 2 in den Hauptschenkel des zweiten E-förmigen Kerns 3 über und teilt sich dann in zwei Hälften auf, wobei die erste im ersten Hauptschenkel und die zweite Hälfte im zweiten Hauptschenkel fließt. Somit wird das von der ersten Teilwicklung der Steuerwicklung L2 erzeugte Feld im ersten Hauptschenkel auf den von der Hauptwicklung erzeugten Flussanteil aufaddiert und das von der zweiten Teilwicklung der Steuerwicklung L2 erzeugte Feld im zweiten Hauptschenkel auf den von der Hauptwicklung erzeugten Flussanteil subtrahiert. Auf diese Weise ist eine Steuerung der Induktivität für die positive Halbwelle des in der Hauptwicklung L vorgesehenen Wechselstromes in gleicher Weise wie für die negative Halbwelle ausführbar.

[0040] Weiterer Vorteil ist bei der geschilderten Ausführung der Teilwicklung, dass die vom in die Hauptwicklung eingespeisten Wechselstrom in die Steuerwicklung induzierte Spannung im Wesentlichen verschwindet. Vorzugsweise wird die Wicklung der Steuerwicklung derart ausgeführt, dass nach einer ersten Windung der ersten Teilwicklung die erste Windung der zweiten Teilwicklung mit dem obenbeschriebenen Wicklungssinn ausgeführt wird. Danach wird wiederum eine Windung der ersten Teilwicklung ausgeführt und durch weiteres Abwechseln des Ausführens einer Windung der jeweiligen Teilwicklung fortgefahren.

[0041] Um den Fertigungsaufwand und die Wicklungslänge zu verringern, ist es auch vorteilig, statt in der geschilderten Weise in abwechselnder Reihenfolge nur eine Windung jeder Teilwicklung auszuführen, mehrere Windungen der jeweiligen Teilwicklung auszuführen.

[0042] Auch auf diese Weise ist die an der Steuerwicklung insgesamt auftretende induzierte Spannung reduzierbar.

[0043] Vorzugsweise sind die E-förmigen Kerne rotationssymmetrisch um ihren Mittelschenkel herum ausgeführt und weisen somit den in der Figur 4 gezeigten E-förmigen Querschnitt auf.

[0044] Wichtig ist bei der Figur 4 auch, dass der Mittelschenkel einen Spalt, also einen Luftabstand umfasst. Vorteiligerweise sind die Hauptschenkel ohne Luftspalt ausgeführt und somit eine möglichst kleine Steuerleistung notwendig. In den von der Steuerwicklung erzeugten hauptsächlichen Feldlinien ist also kein Luftspalt vorhanden und somit nur ein kleiner Steuerstrom notwendig, also auch nur eine kleine Steuerleistung. Schon der kleine Strom hat also eine große Wirkung.

[0045] Anstatt einer Versorgungsspule ist auch eine Gleichstromversorgung von einer nicht gezeigten zusätzlichen Versorgungsschaltung ausführbar.

Patentansprüche

1. Anordnung zur berührungslosen Energieübertragung, wobei ein mittelfrequenter Strom in ein langgestreckt ausgeführtes Primärleitersystem eingespeist wird,
wobei Verbraucher aus einer mit dem Primärleitersystem induktiv gekoppelt vorgesehenen Sekundärspule versorgt sind,
wobei der Sekundärspule eine derartige Kapazität in Reihe oder parallel zugeschaltet ist, dass die zugehörige Resonanzfrequenz im Wesentlichen der Mittelfrequenz, insbesondere zwischen 10 und 500 kHz, entspricht, des Stromes entspricht,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine steuerbare Induktivität vorgesehen ist
2. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Induktivität die Sekundärspule ist.
3. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Induktivität in einer Gyratoranordnung vorgesehen ist.
4. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Induktivität derart mit der Induktivität des Primärleitersystem verbunden ist und eine derartige Kapazität mit dem Primärleitersystem in Wirkverbindung ist, dass die zugehörige resultierende Resonanzfrequenz auf die Mittelfrequenz abstimmbare ist,
5. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kapazität in einer das Primärleitersystem direkt oder über einen Transformator speisenden Gyratoranordnung angeordnet ist
und/oder dass die Kapazität in Reihe oder parallel beschaltet zur mit der Induktivität des Primärleitersystem verbundenen Induktivität vorgesehen ist.
6. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Reglerschaltung vorgesehen ist, deren Eingang mit einem Mittel zur Erfassung der relativen Phasenlage zwischen einer Spannung und einem Strom vorgesehen ist, insbesondere wobei der Strom der Primärstrom ist, und deren Ausgang mit der steuerbaren Induktivität als Stellglied verbunden ist.
7. Anordnung nach mindestens einem der vorange-

gangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Induktivität eine Hauptwicklung umfasst, die um zumindest einen Schenkel eines Kerns herum ausgeführt ist,

wobei die Hauptwicklung mit Wechselstrom beaufschlagt ist,

wobei eine Steuerwicklung auf zumindest einem Schenkel des Kerns vorgesehen ist, die mit unipolarem Strom beaufschlagt ist.

8. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuerwicklung zumindest zwei Teilwicklungen aufweist, deren Wicklungssinn derart ausgeführt ist,

- dass die Richtung des im vom ersten Teilbereich der Steuerwicklung umfassten Bereich erzeugten Hauptflusses der Richtung des von der Hauptwicklung bei Beaufschlagung positivem Strom erzeugten Flusses in diesem Bereich entspricht,

- und dass die Richtung des im vom zweiten Teilbereich der Steuerwicklung umfassten Bereich erzeugten Hauptflusses der Richtung des von der Hauptwicklung bei Beaufschlagung mit negativem Strom erzeugten Flusses in diesem zweiten Bereich, insbesondere also im vom zweiten Teilbereich der Steuerwicklung umfassten Bereich, entspricht.

9. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuerwicklung derart ausgeführt ist, dass jeweils abwechselnd nach Ausführung einer ersten Anzahl von Windungen eines Teilbereiches eine entsprechende Anzahl von Windungen des anderen Teilbereichs ausgeführt ist, insbesondere wobei die Anzahl einen Wert zwischen 1 und 10 annimmt.

10. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Versorgungswicklung auf zumindest einem Schenkel des Kerns vorgesehen ist, mit der Mittel zur Erzeugung des unipolaren Stroms verbunden sind, insbesondere wobei die Mittel aus der induzierten Spannung, insbesondere also Sekundärspannung, der Versorgungswicklung versorgt sind.

11. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Mittel zur Erzeugung des unipolaren Stroms eine steuerbare Anordnung umfassen, wie DC/DC-Wandler, Leistungsschalter und/oder steuerbarer

Widerstand.

12. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Kern einen Luftspalt S aufweist, welcher im von der Hauptwicklung erzeugten Hauptfluss durchdrungen wird,

wobei die von den jeweiligen Teilwicklungen erzeugte Flüsse im Wesentlichen durch Bereiche des Kerns ohne Luftspalt geleitet sind.

13. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuersignale zur Ansteuerung berührungslos und/oder galvanisch getrennt übertragen werden.

14. Anordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Mittel als Steuerglied einer Regelschaltung vorgesehen und mit dieser verbunden sind.

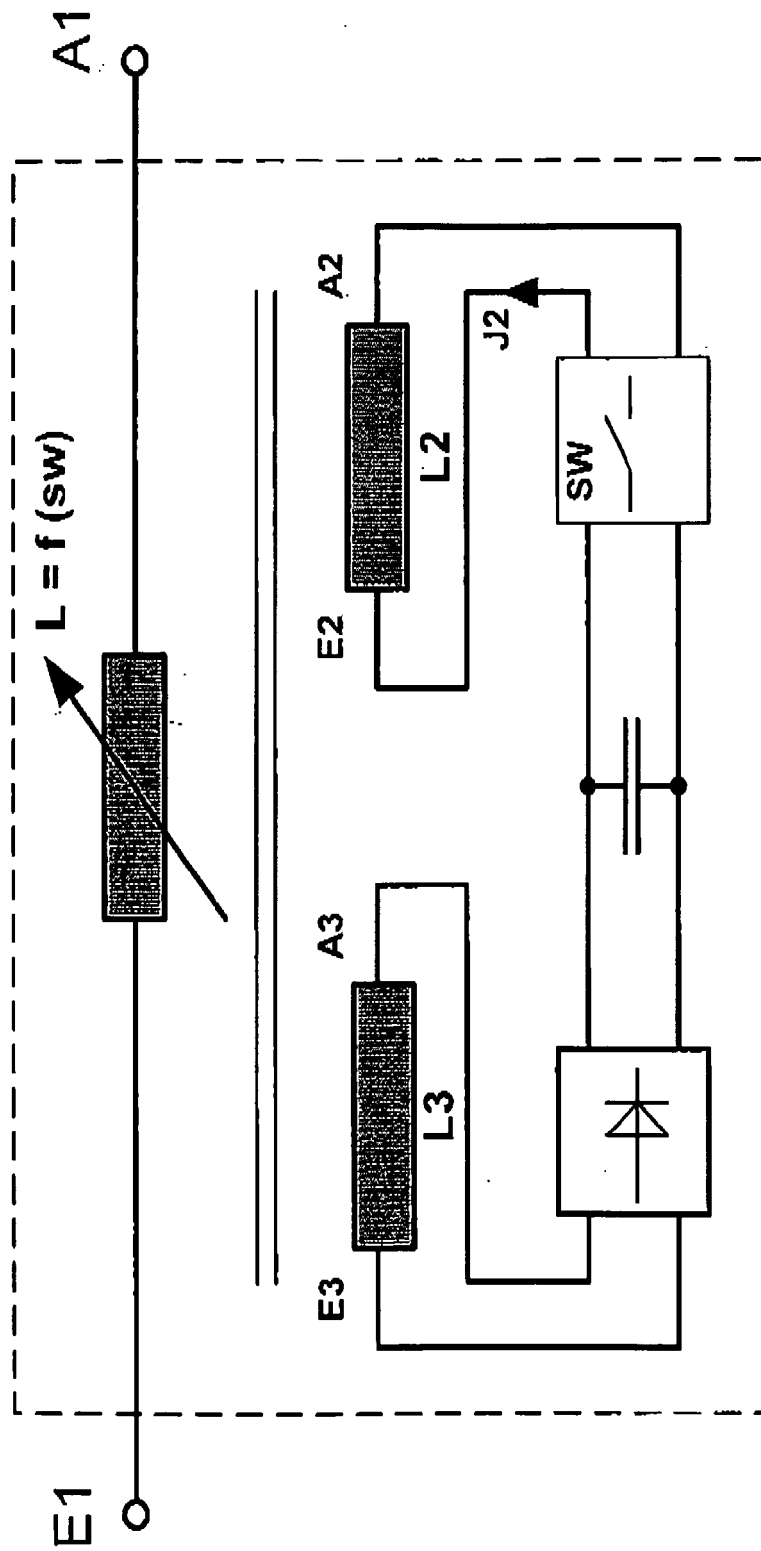


Fig. 1

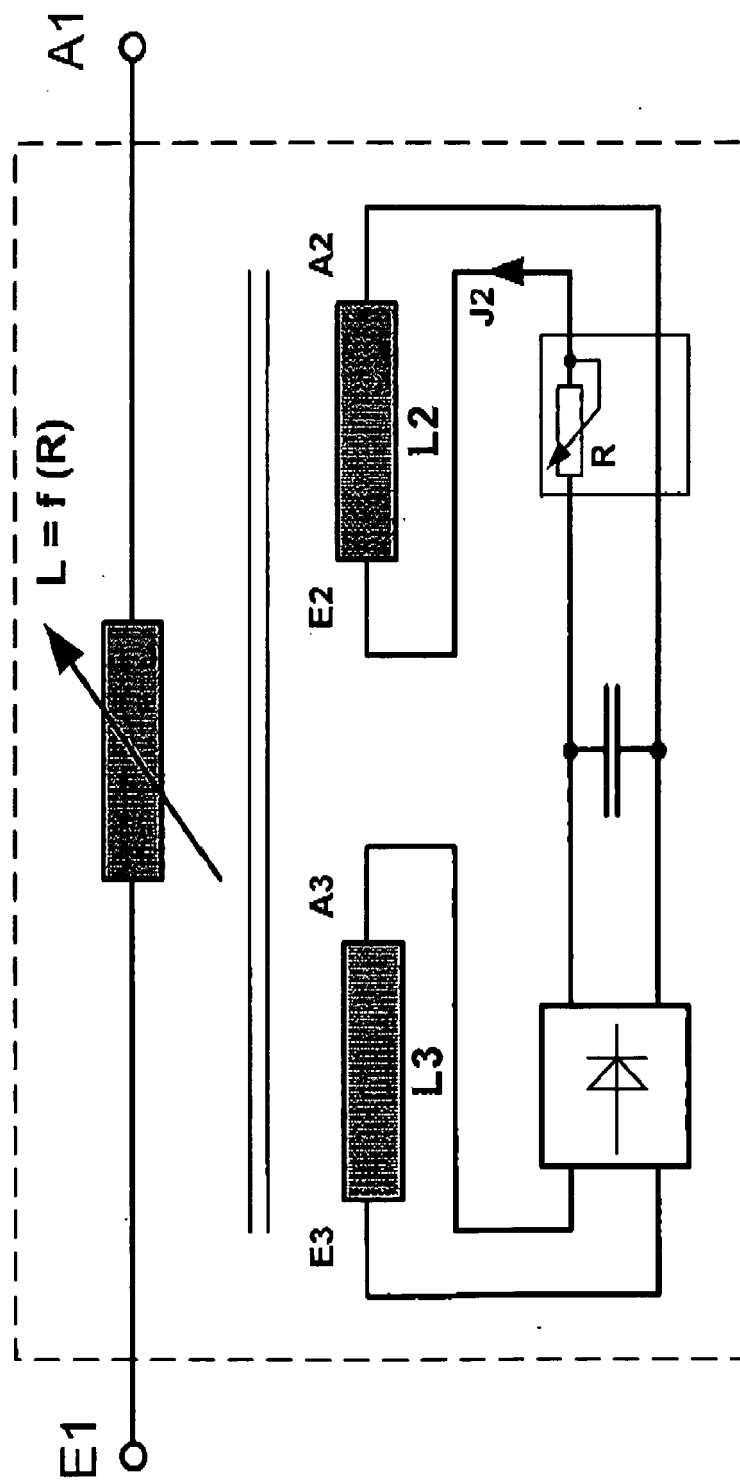


Fig. 2

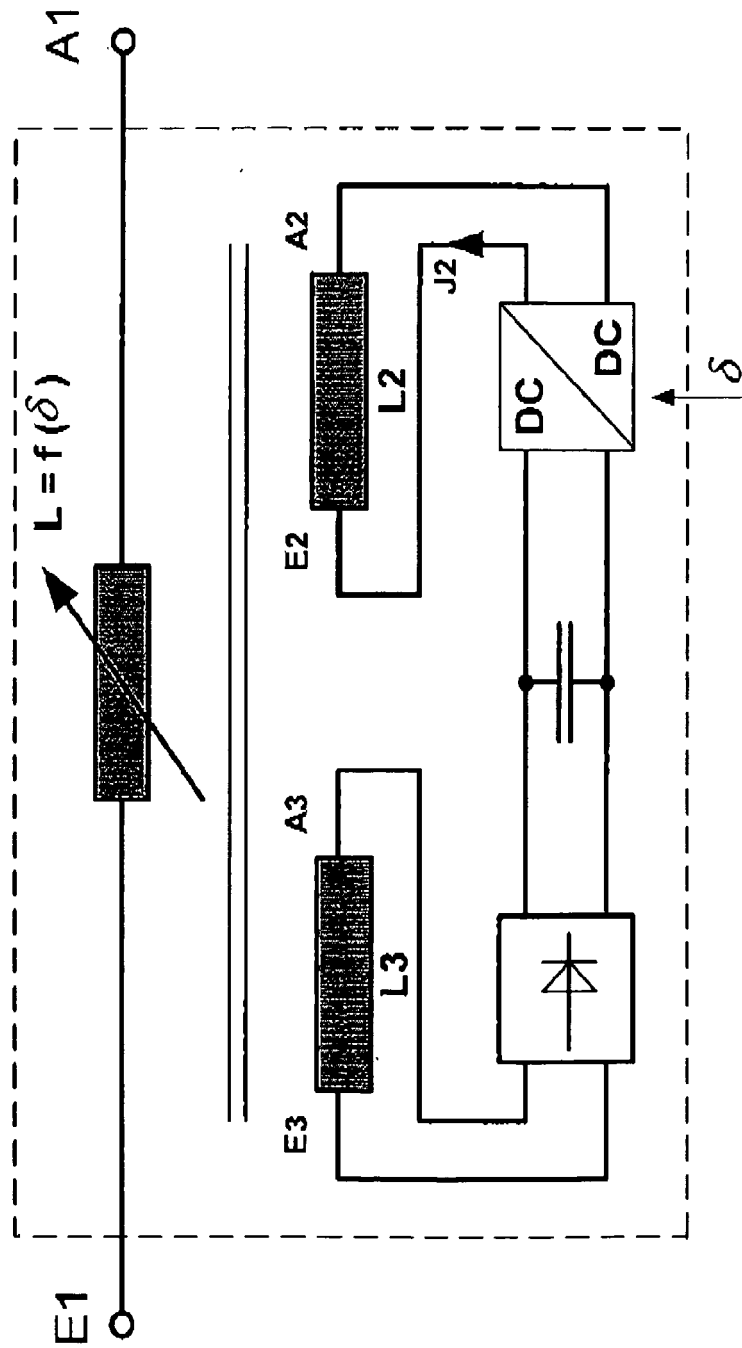


Fig. 3

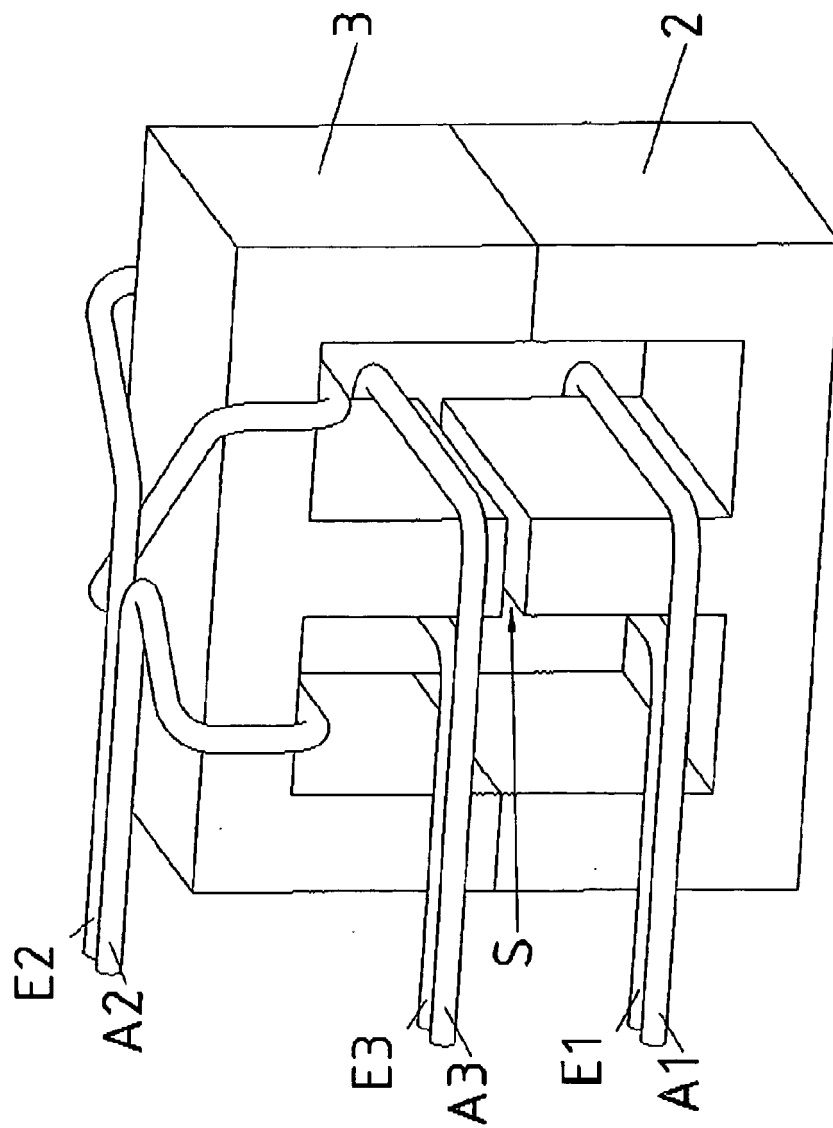


Fig. 4