

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 698 725 B1

(51) Int. Cl.: H02M 3/337 (2006.01)  
B60K 6/26 (2007.10)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-lichtensteinerischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01220/06

(22) Anmeldedatum: 27.07.2006

(24) Patent erteilt: 15.10.2009

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.10.2009

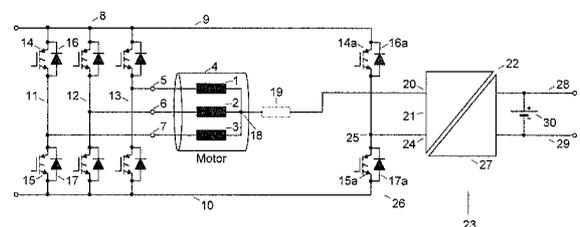
(73) Inhaber:  
ETH Zürich, ETH transfer, Rämistrasse 101  
8092 Zürich (CH)

(72) Erfinder:  
Johann W. Kolar, 8044 Zürich (CH)

(74) Vertreter:  
Frei Patentanwaltsbüro AG, Postfach 1771  
8032 Zürich (CH)

(54) **Drehstromantriebssystem mit hochfrequent potentialgetrennter bidirektionaler Kopplung der Versorgungsspannungen.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur hochfrequent potentialgetrennten Kopplung der Versorgungsspannung des Antriebsstranges und der batteriegepufferten Versorgungsspannung der Hilfsbetriebe eines Hybridfahrzeuges, welches einen, eine elektrische Drehfeldmaschine (4) mit Sternpunkt (18) der Statorphasenwicklungen (1, 2, 3) speisenden Dreiphasenpulswechselrichter (8) aufweist. Eine am Sternpunkt (18) auftretende Nullspannung wird über eine Koppelimpedanz (19) an ein erstes Ende (20) des Eingangsteils (21) eines hochfrequent potentialtrennenden DC/DC-Konverters (23) gelegt und das zweite Ende (24) des Eingangsteils (21) an den Eingang (25) eines Hilfsbrückenweiges (26) geführt. Damit ist eine Verbindung mit der positiven (9) oder der negativen (10) Zwischenkreisspannungsschiene möglich. Eine abhängig von der Modulationstiefe des Dreiphasenpulswechselrichters (8) auftretende Änderung der Amplitude des schaltfrequenten Anteils der Nullspannung kann so durch entsprechend phasenversetzte Taktung der Transistoren des Hilfsbrückenweiges (26) ausgeglichen werden. Weiters kann eine für volle Nutzung des Aussteuerbereiches des Dreiphasenpulswechselrichters (8) in der Sternpunktspannung enthaltene niederfrequente Harmonische aufgefangen werden. Die Ausgangsseite (27) des uni- oder bidirektionalen DC/DC-Konverters (23) über eine Pufferbatterie mit den Hilfsbetrieben verbunden.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur hochfrequent potentialgetrennten bidirektionalen Kopplung der Versorgungsspannungen des Antriebsstranges und der Hilfsbetriebe eines Hybridfahrzeuges wie im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beschrieben ist.

## Stand der Technik

[0002] In Hybridfahrzeugen wird zur Erzeugung des Antriebsmomentes neben der Verbrennungskraftmaschine eine, i.a. über einen Dreiphasen-Pulswechselrichter aus einer hohen Gleichspannung (Zwischenkreisspannung) gespeiste elektrische Drehfeldmaschine eingesetzt. Weiters sind Hilfsbetriebe angeordnet, welche i.a. eine relativ geringe, batteriegepufferte Versorgungsgleichspannung (Batteriespannung) benötigen und einen im Vergleich zur Antriebsleistung geringen Leistungsbedarf aufweisen. Aus betriebstechnischen Gründen ist eine hinsichtlich Leistungsfluss unidirektionale oder bidirektionale potentialgetrennte Kopplung beider Spannungsebenen vorzusehen, wofür nach dem derzeitigen Stand der Technik im einfachsten Fall ein expliziter potentialgetrennter DC/DC-Konverter, in bekannter Form gebildet aus einer eingangsseitig an der Zwischenkreisspannung liegenden Brückenschaltung elektronischer Schalter, welche über eine Koppelimpedanz die Primärwicklung eines Hochfrequenztransformators, d.h. allgemein den Eingang eines hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles ansteuert, dessen Ausgang, im Falle eines Hochfrequenztransformators ausgeführt als Sekundärwicklung für unidirektionalen Leistungstransfer über eine Diodenbrückenschaltung die Batteriespannung speist. Die Koppelimpedanz dient hierbei der Symmetrierung der an die Primärwicklung gelegten positiven und negativen Spannungszeitflächen oder der Erweiterung auf resonanten Betrieb. Für bidirektionalen Leistungstransfer wird sekundärseitig, ebenfalls eine Vollbrücke elektronischer Schalter angeordnet und die Sekundärwicklung über eine Koppelimpedanz an deren Eingänge gelegt; der Leistungstransfer dieser, auch als Dual-Active-Bridge bezeichneten Anordnung wird im einfachsten Fall bezüglich Betrag und Richtung über die Phasenverschiebung der an die Primär- und an die Sekundärwicklung gelegten Rechteckspannungen eingestellt. Alternativ zu den Vollbrückenschaltungen können primär- und/oder sekundärseitig auch Halbbrückenschaltungen Einsatz finden, hierbei wird ein Ende der Primär- und/oder Sekundärwicklung an den kapazitiv gebildeten Mittelpunkt der Primär- bzw. Sekundärspannung gelegt und somit eine Reduktion des Realisierungsaufwandes durch Entfall eines Brückenastes erreicht.

[0003] Aus der Literatur sind bidirektionale DC/DC-Konverterschaltungen ohne Potentialtrennung bekannt, für welche die positive Klemme der Batterie direkt mit dem Sternpunkt der Drehfeldmaschine und der negative Pol mit der negativen Zwischenkreisspannungsschiene verbunden ist. Der Dreiphasen-Pulswechselrichter übernimmt dann in Kombination mit der Drehfeldmaschine die Funktion eines DC/DC-Konverters. Die ohne Verbindung mit einer Batterie am Maschinensternpunkt prinzipbedingt auftretende schaltfrequente Nullspannung ist dann als ansteuernde Spannung und die Nullimpedanz der Drehfeldmaschine als Ausgangsinduktivität des DC/DC-Konverters zu denken. Für die Nullspannung bzw. den Nullstrom stellt der Dreiphasen-Pulswechselrichter also einen Ersatz-Brückenast und die Drehfeldmaschine eine Längsinduktivität dar.

[0004] Würde dieser Brückenast als Teil eines potentialgetrennten DC/DC-Konverters verwendet, wäre allerdings als grundsätzlicher Nachteil eine Abhängigkeit der Amplitude der schaltfrequenten Harmonischen der am Ausgang des Ersatz-Brückenastes gebildeten Nullspannung (schaltfrequente Nullspannungsgrundschwingung) von der Aussteuerung des Pulswechselrichters gegeben; wie von der Theorie dreiphasiger Pulswechselrichter bekannt, resultiert mit zunehmender Aussteuerung eine Abnahme der Amplitude der schaltfrequenten Nullspannungsgrundschwingung, weiters schwankt die Amplitude über eine Ausgangsperiode, vor allem wenn den Ausgangsphasenspannungen des Dreiphasen-Pulswechselrichters zur maximalen Nutzung des linearen Aussteuerbereiches in bekannter Weise eine Harmonische mit dreifacher Ausgangsfrequenz überlagert wird. Darüber hinaus verschwindet für den bei hohen Drehzahlen der Drehfeldmaschine gegebenen Vollblockbetrieb des Pulswechselrichters die schaltfrequente Nullspannung vollständig, es liegt dann ein rechteckförmiger Verlauf der Nullspannung mit dreifacher Ausgangsfrequenz vor, welcher nicht in Verbindung mit einem auf Schaltfrequenz ausgelegten DC/DC genutzt werden kann. In Konsequenz wäre dann eine Übersteuerung oder der Vollblockbetrieb des Dreiphasenpulswechselrichters zu meiden, womit eine wesentliche Einschränkung des Betriebsbereiches des Pulswechselrichters und somit des Antriebs resultieren würde, welche aufgrund der im Vergleich zum DC/DC-Konverter hohen Bauleistung des Pulswechselrichters aus wirtschaftlicher Sicht nicht in Kauf genommen werden kann.

## Detaillierte Darstellung der Erfindung

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zu schaffen, welche die Verwendung des Dreiphasenpulswechselrichters und der Drehfeldmaschine zur Realisierung der Teilfunktion eines unidirektionalen oder bidirektionalen DC/DC-Konverters zur Speisung der Hilfsbetriebe ohne Einschränkung des Spannungsaussteuerbereiches des Dreiphasenpulswechselrichters erlaubt.

[0006] Erfindungsgemäss wird dies durch die Vorrichtung nach Patentanspruch 1, 2 oder 4 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

Wie eingangs beschrieben, weist die an einem freien Maschinensternpunkt auftretende Nullspannung abhängig von der Aussteuerung des Pulswechselrichters einen unterschiedlichen Zeitverlauf bzw. eine unterschiedliche spektrale Zusammensetzung auf. Grundgedanke der Erfindung ist nun, diese Spannungsänderung durch eine elektronische Umschalt-

vorrichtung (Hilfsbrückenweig) auszugleichen und so eine Speisung des hochfrequent potentialtrennenden Teiles des uni- oder bidirektionalen DC/DC-Konverters mit einer in der Amplitude einstellbaren, vom Aussteuerzustand des Pulswechselrichters unabhängigen schaltfrequenten Spannung zu ermöglichen. Der Eingang des hochfrequent potentialtrennenden Teils des DC/DC-Konverters wird hierfür über eine Koppelimpedanz zwischen den Stempunkt der Drehfeldmaschine und den Eingang des Hilfsbrückenweiges gelegt, wobei der Hilfsbrückenweig durch einen in Stromflussrichtung zwischen der positiven Zwischenkreisschiene und dem Hilfsbrückenweigeingang angeordneten oberen Hilfs-Leistungstransistor mit antiparalleler Hilfs-Freilaufdiode und durch einen unteren, zwischen dem Hilfsbrückenweigeingang und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene angeordneten unteren Hilfs-Leistungstransistor mit antiparalleler Hilfs-Freilaufdiode gebildet wird. Für eine Verbindung des Hilfsbrückenweigeingangs mit der positiven Zwischenkreisspannungsschiene wird der obere Hilfs-Leistungstransistor, für eine Verbindung mit der negativen Zwischenkreisschiene der untere Hilfs-Leistungstransistor durchgeschaltet. Anzumerken ist, dass die Serienimpedanz vorteilhaft so gewählt werden kann, dass in Verbindung mit der Nullimpedanz der Drehfeldmaschine ein Resonanzkreis gebildet wird, dessen Resonanzfrequenz gegenüber der Schaltfrequenz z.B. so gewählt ist, dass ein entlastetes Schalten des Hilfsbrückenweiges resultiert.

**[0007]** Die Möglichkeit der Taktung der Spannung am Eingang des Hilfsbrückenweiges erlaubt eine weitere, in Patentanspruch 2 beschriebene Ausgestaltung der erfindungsgemässen Vorrichtung. Hierbei wird ein Ende des hochfrequent potentialtrennenden Teils des uni- oder bidirektionalen DC/DC-Konverters nicht an den Sternpunkt der Drehfeldmaschine, sondern über eine Koppelimpedanz direkt an eine Phasenausgangsklemme des Dreiphasenpulswechselrichters gelegt, womit der Sternpunkt der Statorwicklung der Drehfeldmaschine nicht zugänglich sein muss und die Nullimpedanz der Maschine keinen Einfluss auf den Betrieb des DC/DC-Konverters nimmt. Die Koppelimpedanz ist hierbei so gewählt, dass die in der zwischen Phasenausgangsklemme und Hilfsbrückenweigeingang liegenden Spannung enthaltenen niederfrequenten Spektralanteile unterdrückt werden und nur schaltfrequente Spannungskomponenten an den Eingang des hochfrequent potentialtrennenden Teils des uni- oder bidirektionalen DC/DC-Konverters gelangen.

**[0008]** Für die Vorrichtung nach Patentanspruch 3 ist in sinngemäss dreiphasiger Erweiterung der Anordnung nach Anspruch 2 an jede Phasenklemme des Dreiphasenpulswechselrichters über eine Koppelimpedanz jeweils eine Eingangsklemme je eines hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles gelegt, wobei die zweiten Enden der hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteile in einem weiteren Sternpunkt vereint sind, der mit dem Eingang des Hilfsbrückenweiges verbunden ist. Die schaltfrequenten Ausgangswechselspannungen der hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteile sind dabei so gleichsinnig in Reihe geschaltet (Dreiphasenserienschaltung), dass eingangsseitige symmetrische dreiphasige Spannungsanteile sich im Zeitaugenblick zu Null ergänzen und so nicht in der hochfrequenten Ausgangswechselspannung auftreten, welche über eine Koppelimpedanz an eine uni- oder bidirektionale Gleichrichterschaltung gelegt wird, die ausgangseitig an Batteriespannung liegt. Vorteilhaft erlaubt diese Ausführung einen von der Nullimpedanz der Drehfeldmaschine unabhängigen Betrieb und eine Aufteilung der Leistung der DC/DC-Konversion auf Teileinheiten, welche bei beengtem Bauraum ggf. konstruktiv einfacher als ein System unterzubringen sind.

**[0009]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung nach Anspruch 3 beschreibt der Patentanspruch 4. Hierbei werden die in Serie zu den einzelnen Primärwicklungen der Phasentransformatoren liegenden Koppelimpedanzen weggelassen und durch eine einzelne, in der Verbindung des Sternpunktes der hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteile mit dem Eingang des Hilfsbrückenweiges liegende Koppelimpedanz ersetzt.

**[0010]** Gemäss Patentanspruch 5 ist eine Verbesserung der Steuerbarkeit der DC/DC-Konversion der Anordnungen nach Anspruch 1 bis 4 bei Verfügbarkeit eines weiteren Spannungsniveaus am Eingang des Hilfsbrückenweiges, d.h. bei Realisierung des Hilfsbrückenweiges durch einen elektronischen Dreipunktschalter möglich. Hierbei wird der elektronische Dreipunktschalter durch Anordnung von zwei oberen Leistungstransistoren in Stromflussrichtung zwischen der positiven Zwischenkreisspannungsschiene und dem Hilfsbrückenweigeingang und einer weiteren Serienschaltung von zwei unteren Leistungstransistoren in Stromflussrichtung zwischen Hilfsbrückenweigeingang und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene realisiert, wobei antiparallel zu jedem Leistungstransistor eine Freilaufdiode liegt und vom Mittelpunkt eines kapazitiven Teilers der Zwischenkreisspannung eine obere Klemmdiode in Stromflussrichtung gegen den beiden oberen Transistoren gemeinsamen Schaltungspunkt und eine weitere, untere Klemmdiode von dem beiden unteren Transistoren gemeinsamen Schaltungspunkt gegen den Mittelpunkt des kapazitiven Teilers geschaltet wird. Für eine Verbindung des Hilfsbrückenweigeingangs mit der positiven Zwischenkreisspannungsschiene werden dann die beiden oberen, für eine Verbindung mit der negativen Zwischenkreisspannungsschiene die beiden unteren Transistoren durchgeschaltet. Eine bidirektionale Verbindung des Hilfsbrückenweigeingangs mit dem kapazitiven Zwischenkreisspannungsmittelpunkt wird durch Einschalten der beiden, direkt mit dem Hilfsbrückenweigeingang verbundenen Transistoren erreicht. Anzumerken ist, dass neben dieser Realisierung des elektronischen Dreipunktschalters noch weitere Realisierungsformen, beispielsweise in Flying-Capacitor-Topologie, möglich sind und darüber hinaus auch eine höhere Zahl von Spannungsniveaus vorgesehen werden könnte, wobei jedoch kein grundsätzlicher Unterschied in der Funktion, sondern nur eine höhere Zahl von Freiheitsgraden zur Spannungssteuerung resultiert.

**[0011]** Bezüglich der Ausführung der Ausgangsseite des DC/DC-Konverters ist anzumerken, dass zur Gleichrichtung der am Ausgang des potentialtrennenden Schaltungsteiles auftretenden schaltfrequenten Spannung alle, von DC/DC-Konverters bekannten Gleichrichterschaltungen, d.h. Dioden-Vollbrückenschaltungen und insbesondere auch Gleichrichterschaltungen mit nur zwei Dioden (Mittelpunktsschaltungen, Current-Doubler), eingesetzt werden können.

Im einfachsten Fall werden die Ausgänge des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles an die Eingänge einer Diodenbrücke mit ausgangsseitigen magnetischen und elektrischen Speicherelementen zur Filterung pulsfrequenter Anteile der Sekundärspannung geführt, wobei die Batteriespannung über einem elektrischen Speicher abgegriffen wird. Um einen weiteren Freiheitsgrad der Steuerung des Leistungstransfers des DC/DC-Konverters zu erreichen, kann die Gleichrichterschaltung durch elektronische Schalter auch so erweitert werden, dass neben der durch die Funktion der Diodenbrückenschaltung resultierenden Spannung unabhängig von der Richtung des Sekundärstromes auch Spannung Null eingestellt werden kann. Dies ist beispielsweise durch zwei in Gegen-Serienschaltung verbundene und zwischen die Klemmen der Sekundärwicklung gelegte Transistoren mit Seriediioden in Stromflussrichtung erreichbar; für Einschalten beider Transistoren tritt dann Sekundärspannung Null auf. Alternativ wäre anstelle der Gegenserischaltung auch eine Realisierung des Kurzschlusschalters mit einer Diodenbrücke und nur einem, zwischen deren Ausgangsklemmen liegenden Leistungstransistor möglich. Alternativ können antiparallel zu den mit der negativen Spannungsschiene verbundenen Dioden der Diodenbrückenschaltung Leistungstransistoren angeordnet werden; werden beide Transistoren eingeschaltet, liegt für beide Richtungen des Stromes am Eingang der Diodenbrücke eine, jeweils über einen Transistor und eine Diode führende Verbindung der Eingangsklemmen der Diodenbrücke vor. Analog können die Leistungstransistoren bei gleicher Funktion auch antiparallel zu den mit der positiven Spannungsschiene verbundenen Dioden der Diodenbrückenschaltung angeordnet werden. Eine weitere Realisierungsform wäre ein am Ausgang der Diodenbrückenschaltung angeordneter Kurzschlusschalter, wobei dann eine Entkopplungsdiode zur Batteriespannung vorzusehen ist.

[0012] Weiters sei darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemässen Vorrichtungen auch bei Ausführung des Dreiphasen-Pulswechselrichters in Mehrpunkt-, also z.B. in Dreipunkt-Topologie eingesetzt werden können.

### Aufzählung der Zeichnungen

[0013] Die Erfindung wird im Weiteren anhand einer Zeichnung näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Prinzipschaltbild der erfindungsgemässen Vorrichtung nach Anspruch 1.

### Ausführung der Erfindung

[0014] In Fig. 1 sind die in Stern geschalteten Statorphasenwicklungen 1, 2, 3 einer elektrischen Drehfeldmaschine 4 an die Phasenausgänge 5, 6, 7 eines Dreiphasenpulswechselrichters 8 bekannter Struktur gelegt. Die Ausgänge 5, 6, 7 werden durch drei elektronische Umschalter in Form von zwischen der positiven Zwischenkreisspannungsschiene 9 und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene 10 angeordneten Halbbrückenzeigen 11, 12, 13 gebildet, wobei jeder Brückenzeig 11, 12, 13 einen zwischen der positiven Zwischenkreisspannungsschiene 9 und dem Phasenausgang 5 oder 6 oder 7 liegenden oberen Leistungstransistor 14 und einen zwischen dem Phasenausgang 5 oder 6 oder 7 und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene 10 liegenden unteren Leistungstransistor 15 aufweist und antiparallel zu den Leistungstransistoren obere und untere Freilaufdioden 16 und 17 angeordnet sind. Der Sternpunkt 18 der Statorphasenwicklung wird über eine Koppelimpedanz 19 an das erste Ende 20 der Eingangsseite 21 des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles 22 eines uni- oder bidirektionalen DC/DC-Konverters 23 gelegt und das zweite Ende 24 der Eingangsseite 21 des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles 22 erfindungsgemäss mit dem Eingang 25 eines zwischen der positiven und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene 9, 10 angeordneten Hilfsbrückenzeiges 26 verschaltet, wobei der Hilfsbrückenzeig 26 gleiche Struktur wie ein Brückenzeig 11, 12, 13 des Dreiphasenpulswechselrichters 8, d.h. einen zwischen der positiven Zwischenkreisspannungsschiene 9 und dem Hilfsbrückenzeigeingang 25 liegenden oberen Hilfs-Leistungstransistor 14a und einen zwischen dem Hilfsbrückenzeigeingang 25 und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene 10 liegenden unteren Hilfs-Leistungstransistor 15a aufweist, wobei antiparallel zu den Leistungstransistoren obere und untere Hilfs-Freilaufdioden 16a und 17a angeordnet sind, und der Hilfsbrückenzeig 26 die Funktion eines elektronischen Umschalters zwischen positiver und negativer Zwischenkreisspannungsschiene 9, 10 aufweist, d.h. bei entsprechender Ansteuerung der Hilfs-Leistungstransistoren 14a, 15a eine Verbindung des Hilfsbrückenzeigeingangs 25 mit der positiven oder negativen Zwischenkreisspannungsschiene 9, 10 hergestellt wird. Die Ausgangsseite 27 des uni- oder bidirektionalen DC/DC-Konverters 23 wird durch den ausgangsseitigen Teil des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles 22 und eine uni- oder bidirektionale Gleichrichterschaltung gebildet, zwischen deren positiver Ausgangsspannungsschiene 28, und negativen Ausgangsspannungsschiene 29 die, die Spannung der Hilfsbetriebe puffernde Batterie 30 angeordnet ist.

Durch den Hilfsbrückenzeig 26 kann eine, unabhängig von der Aussteuerung des Dreiphasen-Pulswechselrichters 8 auftretende Änderung der am ersten Ende 20 des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles 22 des uni- oder bidirektionalen DC/DC-Konverters 23 angelegten Spannung ausgeglichen und so unabhängig vom Arbeitspunkt des Dreiphasenpulswechselrichters 8 eine definierte Amplitude der schaltfrequenten Eingangsspannung des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles 22 eingestellt bzw. der Leistungsfluss an die Sekundärseite geregelt werden.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur hochfrequent potentialgetrennten Kopplung von Versorgungsspannungen eines Antriebsstranges und von Hilfsbetrieben eines Hybridfahrzeuges

wobei das Hybridfahrzeug einen, eine elektrische Drehfeldmaschine (4) mit Sternpunkt (18) der Statorphasenwicklungen (1, 2, 3) speisenden Dreiphasenpulswechselrichter (8), eine positive und eine negative Zwischenkreisspannungsschiene (9, 10) zur Speisung des Dreiphasenpulswechselrichters (8) und eine Batterie (30) zur Stützung einer Spannung der Hilfsbetriebe aufweist, und die Vorrichtung eine Koppelimpedanz (19), einen hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteil (22) und einen Ausgangsteil (27) eines potentialgetrennten DC/DC-Konverters mit durch eine Batterie (30) gestützter Ausgangsspannung aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass der Sternpunkt (18) der Statorphasenwicklungen (1, 2, 3) der Drehfeldmaschine (4) über die Koppelimpedanz (19) an das erste Ende (20) einer Eingangsseite (21) des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles (22) des DC/DC-Konverters (23) gelegt ist

und das zweite Ende (24) der Eingangsseite (21) des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles (22) mit einem Eingang (25) eines, zwischen der positiven und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (9, 10) angeordneten Hilfsbrücken-zweiges (26) verbunden ist, wobei der Hilfsbrücken-zweig (26) durch einen in Stromflussrichtung zwischen der positiven Zwischenkreisspannungsschiene (9) und dem Hilfsbrücken-zweigeingang (25) liegenden oberen Hilfs-Leistungstransistor (14a) und einem, in Stromflussrichtung zwischen dem Hilfsbrücken-zweigeingang (25) und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (10) liegenden unteren Hilfs-Leistungstransistor (15a) gebildet ist, und antiparallel zu den Hilfs-Leistungstransistoren (14a, 15a) Hilfs-Freilaufdioden (16a, 17a) angeordnet sind.

2. Vorrichtung zur hochfrequent potentialgetrennten Kopplung von Versorgungsspannungen eines Antriebsstranges und von Hilfsbetrieben eines Hybridfahrzeuges

wobei das Hybridfahrzeug einen, eine elektrische Drehfeldmaschine (4) mit Sternpunkt (18) der Statorphasenwicklungen (1, 2, 3) speisenden Dreiphasenpulswechselrichter (8), eine positive und eine negative Zwischenkreisspannungsschiene (9, 10) zur Speisung des Dreiphasenpulswechselrichters (8) und eine Batterie (30) zur Stützung einer Spannung der Hilfsbetriebe aufweist,

und die Vorrichtung mindestens eine Koppelimpedanz (19) einen hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteil (22) und einen Ausgangsteil (27) eines potentialgetrennten DC/DC-Konverters mit durch eine Batterie (30) gestützter Ausgangsspannung aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass das erste Ende (20) einer Eingangsseite (21) des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles (22) über die mindestens eine Koppelimpedanz (19) an eine der Phasenausgangsklemmen (5, 6, 7) des Dreiphasenpulswechselrichters (8) gelegt ist,

und das zweite Ende (24) der Eingangsseite (21) des hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles (22) mit einem Eingang (25) eines, zwischen der positiven und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (9, 10) angeordneten Hilfsbrücken-zweiges (26) verbunden ist,

wobei der Hilfsbrücken-zweig (26) durch einen in Stromflussrichtung zwischen der positiven Zwischenkreisspannungsschiene (9) und dem Hilfsbrücken-zweigeingang (25) liegenden oberen Hilfs-Leistungstransistor (14a) und einem, in Stromflussrichtung zwischen dem Hilfsbrücken-zweigeingang (25) und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (10) liegenden unteren Hilfs-Leistungstransistor (15a) gebildet ist, und antiparallel zu den Hilfs-Leistungstransistoren (14a, 15a) Hilfs-Freilaufdioden (16a, 17a) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass jede Phasen-klemme (5, 6, 7) des Pulswechselrichters (8) über je eine Koppelimpedanz an ein erstes Ende je einer Eingangsseite eines hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles gelegt ist,

wobei die zweiten Enden der Eingangsseiten der hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteile der Phasen in einem weiteren Sternpunkt vereint sind, der mit dem Eingang (25) des Hilfsbrücken-zweiges (26) verbunden ist,

wobei die Ausgangsklemmen der hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteile der Phasen gleichsinnig so in Serie geschaltet sind, dass eingangsseitig auftretende symmetrische dreiphasige Spannungsanteile nicht in der zwischen den beiden Enden der Serienschaltung resultierenden Summensekundärspannung auftreten, und die beiden Enden der Serienschaltung an die Eingänge einer Gleichrichterschaltung geführt sind, welche ausgangsseitig die Batterie (30) speist.

4. Vorrichtung zur hochfrequent potentialgetrennten Kopplung von Versorgungsspannungen eines Antriebsstranges und von Hilfsbetrieben eines Hybridfahrzeuges

wobei das Hybridfahrzeug einen, eine elektrische Drehfeldmaschine (4) mit Sternpunkt (18) der Statorphasenwicklungen (1, 2, 3) speisenden Dreiphasenpulswechselrichter (8), eine positive und eine negative Zwischenkreisspannungsschiene (9, 10) zur Speisung des Dreiphasenpulswechselrichters (8) und eine Batterie (30) zur Stützung einer Spannung der Hilfsbetriebe aufweist, und die Vorrichtung mindestens eine Koppelimpedanz (19), einen hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteil (22) und einen Ausgangsteil (27) eines potentialgetrennten DC/DC-Konverters mit durch eine Batterie (30) gestützter Ausgangsspannung aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass jede Phasen-klemme (5, 6, 7) des Pulswechselrichters (8) an ein erstes Ende je einer Eingangsseite eines hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteiles gelegt ist,

wobei die zweiten Enden der Eingangsseiten der hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteile der Phasen in einem weiteren Sternpunkt vereint sind,

und zwischen dem weiteren Sternpunkt und dem Eingang (25) des Hilfsbrücken-zweiges (26) eine Koppelimpedanz geschaltet ist,

wobei die Ausgangsklemmen der hochfrequent potentialtrennenden Schaltungsteile der Phasen gleichsinnig so in Serie geschaltet sind, dass eingangsseitig auftretende symmetrische dreiphasige Spannungsanteile nicht in der zwischen den beiden Enden der Serienschaltung resultierenden Summensekundärspannung auftreten, und die beiden Enden der Serienschaltung an die Eingänge einer Gleichrichterschaltung geführt sind, welche ausgangseitig die Batterie (30) speist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Hilfsbrücken-zweig (26) in Form eines elektronischen Dreipunktschalters mit Hilfsbrücken-zweigeingang (25) realisiert ist, wobei zwei obere Hilfs-Leistungstransistoren in Stromflussrichtung zwischen der positiven Zwischenkreisspannungsschiene (9) und dem Hilfsbrücken-zweigeingang (25) und eine weitere Serienschaltung von zwei unteren Hilfs-Leistungstransistoren in Stromflussrichtung zwischen dem Hilfsbrücken-zweigeingang (25) und der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (10) geschaltet sind, wobei antiparallel zu jedem Leistungstransistor eine Freilaufdiode liegt, und vom Mittelpunkt eines kapazitiven Teilers der Zwischenkreisspannung eine obere Klemmdiode in Stromflussrichtung gegen den, den beiden oberen Leistungstransistoren gemeinsamen Schaltungspunkt und eine weitere, untere Klemmdiode von dem beiden unteren Leistungstransistoren gemeinsamen Schaltungspunkt in Stromflussrichtung gegen den Mittelpunkt des kapazitiven Teilers geschaltet ist, und für eine Verbindung des Hilfsbrücken-zweigeingangs (25) mit der positiven Zwischenkreisspannungsschiene (9) die beiden oberen, und für eine Verbindung des Hilfsbrücken-zweigeingangs (25) mit der negativen Zwischenkreisspannungsschiene (10) die beiden unteren Hilfs-Leistungstransistoren durchschaltbar sind und eine bidirektionale Verbindung des Hilfsbrücken-zweigeingangs (25) mit dem kapazitiven Zwischenkreisspannungsmittelpunkt durch Einschalten der beiden, direkt mit dem Hilfsbrücken-zweigeingang (25) verbundenen Hilfs-Leistungstransistoren erreichbar ist.

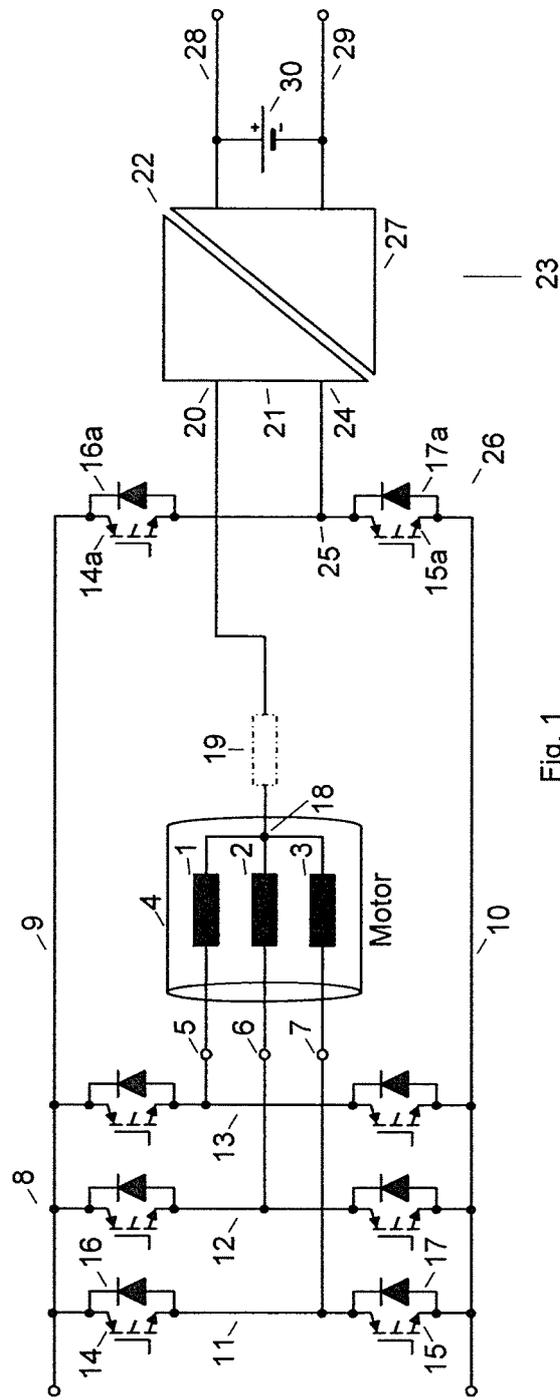


Fig. 1