

US944264B2

Zusammenfassung

Es werden Systeme und Methoden bereitgestellt, um Leistung an eine Last zu liefern. Ein System umfasst einen ersten Reaktor, der eine erste Vielzahl von Spulen beinhaltet. Eine erste Spule der ersten Vielzahl von Spulen ist so konfiguriert, dass sie ein erstes Magnetfeld erzeugt, und eine Vielzahl von zweiten Spulen der ersten Vielzahl von Spulen sind so konfiguriert, dass sie eine Vielzahl von zweiten Magnetfeldern erzeugen, die die Intensität des ersten Magnetfelds variieren. Das System umfasst ferner einen zweiten Reaktor, der eine zweite Vielzahl von Spulen beinhaltet, wobei die zweite Vielzahl von Spulen so konfiguriert ist, dass sie den ersten Reaktor auf die Last abstimmt. Der erste Reaktor ist konfiguriert, um die Leistung an die Last bereitzustellen, und der zweite Reaktor ist konfiguriert, um die bereitgestellte Leistung an die Last zu erhöhen, indem er die Intensität der von den zweiten Spulen erzeugten zweiten Magnetfelder erhöht und den ersten Reaktor auf die Last abstimmt.

Beschreibung

VERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

Diese Anmeldung ist eine Teilfortführungsanmeldung der internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/PH2011/000015, eingereicht am 23. September 2011, und beansprucht deren Priorität. Diese Anmeldung wird hiermit durch Bezugnahme vollständig aufgenommen.

HINTERGRUND

Dieser Abschnitt soll Hintergrundinformationen oder Kontext zu der in den Ansprüchen beschriebenen Erfindung liefern. Die Beschreibung kann Konzepte enthalten, die weiterverfolgt werden könnten, aber nicht notwendigerweise bereits zuvor konzipiert oder verfolgt wurden. Sofern hier nicht anders angegeben, stellt die Beschreibung in diesem Abschnitt keinen Stand der Technik im Vergleich zur Beschreibung und den Ansprüchen dieser Anmeldung dar und wird durch die Aufnahme in diesen Abschnitt nicht als Stand der Technik anerkannt. Darüber hinaus dienen alle in diesem Abschnitt behandelten Referenzen nur als Hintergrundinformationen. Die Aufnahme solcher Referenzen in diesen Abschnitt stellt kein Eingeständnis dar, dass sie tatsächlich Stand der Technik im Vergleich zur vorliegenden Anmeldung sind.

Stromversorgungs- und/oder Umwandlungssysteme sind im Allgemeinen so konfiguriert, dass sie eine oder mehrere Arten von Verbrauchern, wie z. B. ein Stromnetz oder ein oder mehrere elektrische Geräte (z. B. Motoren), mit Strom versorgen. Solche

Systeme können Strom von einer oder mehreren Stromquellen, wie z. B. Batterien, beziehen. Die Systeme können den Strom in eine für den Verbraucher nutzbare Form umwandeln und den umgewandelten Strom zur Nutzung an den Verbraucher übertragen.

Eine Methode zur Steigerung der Effizienz solcher Systeme besteht darin, den aus elektromagnetischen Feldern gewonnenen Strom zum Antrieb des Verbrauchers zu nutzen. **Das US-Patent** Nr. 8,363,426 von Katargin et al. („**Katargin**“) offenbart eine Vorrichtung zur **Nutzung von Blindleistung** in Stromerzeugungsanlagen. Die Blindleistung wird von einer Quelle hochfrequenter elektromagnetischer Hochspannungsschwingungen bereitgestellt. **Induktionsspulen werden in unmittelbarer Nähe der Quelle der elektromagnetischen Strahlung (SEMR) platziert, sind lose mit dem SEMR gekoppelt und so abgestimmt, dass sie mit der gleichen Frequenz wie der SEMR schwingen.** Die Spulen haben keinen ferromagnetischen Kern. **Die von der Quelle der elektromagnetischen Schwingungen abgegebene Energie wird auf die Induktionsspulen übertragen.** Der in den Spulen induzierte Blindstrom wird von diesen gesammelt und in Standardwechselspannung umgewandelt. Die Induktionsspulen sind auf den SEMR abgestimmt und in dessen Nähe platziert. Der SEMR ist eine Hochfrequenz-Hochspannungsquelle.

Es besteht Bedarf an einem System zur Stromversorgung einer Last, das die durch elektromagnetische Induktion gewonnene Energie nutzt und die Nachteile bekannter Systeme überwindet.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Ausführungsform der Offenbarung betrifft ein System zur Stromversorgung einer Last. Das System umfasst eine erste Drosselspule mit einer ersten Spule zur Erzeugung eines ersten Magnetfelds und mindestens einer zweiten Spule zur Erzeugung mehrerer zweiter Magnetfelder, die die Intensität des ersten Magnetfelds variieren. Das System umfasst ferner eine zweite Drosselspule mit mindestens einer zweiten Drosselspule zur Abstimmung der ersten Drosselspule auf die Last. Die erste Drosselspule ist zur Stromversorgung der Last konfiguriert, und die zweite Drosselspule erhöht die von der ersten Drosselspule bereitgestellte Leistung durch Erhöhung der Intensität der von der mindestens einen zweiten Spule erzeugten zweiten Magnetfelder und Abstimmung der ersten Drosselspule auf die Last.

Eine weitere Ausführungsform der Offenbarung betrifft ein weiteres System zur Stromversorgung einer Last. Das System umfasst mehrere erste Spulen. Eine erste Spule der ersten Spulen ist zur Erzeugung eines ersten Magnetfelds konfiguriert, und mehrere zweite Spulen der ersten Spulen sind zur Erzeugung mehrerer zweiter Magnetfelder konfiguriert, die die Intensität des ersten Magnetfelds variieren. Das System umfasst ferner mehrere zweite Spulen. Die zweite Vielzahl von Spulen ist so

konfiguriert, dass mindestens eine der ersten Spulen auf die Last abgestimmt ist. Die erste Vielzahl von Spulen ist so konfiguriert, dass sie die Last mit Leistung versorgt, und die zweite Vielzahl von Spulen ist so konfiguriert, dass sie die von der ersten Vielzahl von Spulen an die Last gelieferte Leistung erhöht, indem sie die Intensität der von der Vielzahl von zweiten Spulen erzeugten zweiten Magnetfelder erhöht und die abgestimmte Spule auf die Last abstimmt.

Eine weitere Ausführungsform betrifft ein weiteres System zur Stromversorgung einer Last. Das System umfasst eine erste Drosselspule mit einer ersten Spule zur Erzeugung eines ersten Magnetfelds und mindestens einer zweiten Spule zur Erzeugung mehrerer zweiter Magnetfelder, die die Intensität des ersten Magnetfelds variieren. Das System umfasst ferner eine zweite Drosselspule mit mindestens einer zweiten Drosselspule zur Abstimmung der ersten Drosselspule auf die Last. Das System umfasst ferner einen Gleichrichter, der Wechselstrom an einem Ausgang mindestens einer der ersten und zweiten Drosselspulen empfängt und in Gleichstrom umwandelt. Das System umfasst ferner einen Ausgangswechselrichter, der das System mit der Last synchronisiert. Der Ausgangswechselrichter ist ferner dazu konfiguriert, die Gleichstromleistung zu empfangen, in Wechselstrom umzuwandeln und die Wechselstromleistung der Last bereitzustellen. Die erste Drosselspule ist dazu konfiguriert, die Last mit Strom zu versorgen, und die zweite Drosselspule ist dazu konfiguriert, die von der ersten Drosselspule bereitgestellte Leistung zu erhöhen, indem die Intensität der mehreren zweiten Magnetfelder, die von der mindestens einen zweiten Spule erzeugt werden, erhöht und die erste Drosselspule auf die Last abgestimmt wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

ABB. 1 zeigt ein Blockdiagramm eines Systems zur Stromversorgung einer Last mit einer Gleichstromquelle gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

ABB. 2 zeigt ein Blockdiagramm eines Systems zur Stromversorgung einer Last mit einer Wechselstromquelle gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

ABB. 3 zeigt ein Schaltbild eines Drosselsystems, das zur Stromversorgung einer Last gemäß einer beispielhaften Ausführungsform verwendet werden kann.

ABB. 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Stromversorgung einer Last mit einem Drosselsystem gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

ABB. 5 zeigt ein Blockdiagramm eines weiteren Systems zur Stromversorgung einer Last gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform.

ABB. 6 zeigt ein Schaltbild einer einphasigen, zweistufigen Drosselanordnung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

ABB. 7 zeigt ein Schaltbild einer einzelnen Stufe der in ABB. 6 gezeigten einphasigen, zweistufigen Drosselanordnung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

ABB. Abb. 8 zeigt ein Schaltbild einer einphasigen, einstufigen Drosselanordnung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Abb. 9 zeigt ein Schaltbild einer einstufigen dreiphasigen, zweistufigen Drosselanordnung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Abb. 10 zeigt eine Drosselanordnung mit um einen zweischenkligen R-Kern gewickelten Spulen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Abb. 11 zeigt eine Drosselanordnung mit um einen dreischenkligen R-Kern gewickelten Spulen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Abb. 12 zeigt eine Drosselanordnung mit um einen terroidalen Kern gewickelten Spulen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

Die vorliegende Offenbarung betrifft Systeme und Verfahren zur Stromversorgung einer Last mittels elektromagnetischer Induktion. Ein System gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung kann mindestens zwei Drosseln umfassen. Eine Hauptdrosselspule kann so konfiguriert sein, dass sie Erregerstrom von einer Erregerquelle, wie z. B. einer Wind- oder Solarquelle oder einer oder mehreren Batterien, empfängt und Strom zum Antrieb einer Last (z. B. eines Stromnetzes, eines Motors usw.) liefert. Eine Resonanzdrosselspule kann mit der Hauptdrosselspule und der Last verbunden sein und so konfiguriert sein, dass sie die Hauptdrosselspule mit der Last in Resonanz bringt. Die Hauptdrosselspule kann eine Regenerationsspule enthalten, die Erregerstrom empfängt und ein Magnetfeld erzeugt. Die Hauptdrosselspule kann außerdem zwei oder mehr Blindspulen enthalten, die Magnetfelder erzeugen, die die Intensität des von der Regenerationsspule erzeugten Magnetfelds variieren (z. B. Expansion und Kontraktion bewirken). Die Hauptdrosselspule kann außerdem eine Kollektorspule enthalten, die magnetisch mit der Regenerationsspule gekoppelt ist und ein entgegengesetztes Magnetfeld erzeugt. Die Resonanzdrosselspule kann die Kollektorspule nutzen, um die Hauptdrosselspule (z. B. die Regenerationsspule) automatisch auf die Last abzustimmen. Der Resonanzreaktor kann zwei magnetisch miteinander gekoppelte Spulen umfassen, von denen eine mit einer der Blindspulen des Hauptreaktors und mit der Last verbunden sein kann und die andere mit der Kollektorspule des Hauptreaktors parallel geschaltet sein kann.

In einigen Ausführungsformen kann das System einen Ausgangswechselrichter enthalten, der das System mit der Last oder dem Netz synchronisiert und die Ausgangsleistung an die Last oder das Netz (z. B. das Verteil- und Übertragungsnetz) abgibt. Die Regelung des Systems kann durch einen intelligenten Ausgangswechselrichter gesteuert werden. Die Ausgangsleistung des intelligenten Wechselrichters kann anhand einer maximalen Auslegungskapazität und/oder der

Parameter der Reaktoren bestimmt werden. In einigen Ausführungsformen kann der intelligente Wechselrichter die ins Netz eingespeiste Leistung gemäß den Programmparametern begrenzen. In einigen Ausführungsformen kann der intelligente Wechselrichter auf eine Betriebsfrequenz von 50 Hz und/oder 60 Hz oder eine andere Frequenz programmiert werden und/oder sich an die spezifischen Lastanforderungen des Netzes anpassen. In einigen Ausführungsformen kann die Ausgangsleistung des intelligenten Wechselrichters durch eine maximale Ausgangskapazität begrenzt sein.

Einige Komponenten der beiden Reaktoren können physisch miteinander verdrahtet sein, und das System kann für den Betrieb mit Lasten beliebiger Spannung und/oder Frequenz (z. B. Hoch- oder Niederspannungs-/Frequenzlasten) konfiguriert sein. In einigen Ausführungsformen können Systemparameter, wie z. B. die Maximaltemperatur bestimmter Komponenten, durch das System geregelt werden.

FIG. 1 zeigt ein Blockdiagramm eines Systems 100 zur Stromversorgung einer Last 135 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Das System 100 ist so konfiguriert, dass es Strom von einer Gleichstromquelle 102, beispielsweise einer oder mehreren Batterien, einem Solarpanel usw., bezieht und als Erregerleistung für ein Reaktorsystem 115 nutzt. Der empfangene Gleichstrom kann mithilfe eines Wechselrichters 105 in Wechselstrom umgewandelt werden. In einigen Ausführungsformen hat der Wechselrichter 105 eine reine Sinuswellen-Ausgangsleistung und ist netzkonform (d. h. arbeitet mit der gleichen Frequenz wie das angeschlossene Stromnetz). In einigen Ausführungsformen kann der Wechselrichter 105 ein intelligenter Wechselrichter sein und Spannung, Frequenz und/oder Strom erzeugen/regeln und sich mit dem Netz synchronisieren. Die AC-Eingangsleistung kann von einem Lasttrennschalter (LBS) 110 empfangen werden, der so konfiguriert ist, dass die Eingangsleistung selektiv an das Reaktorsystem 115 angeschlossen und/oder von diesem getrennt werden kann. In einigen Ausführungsformen (z. B. wenn Solarmodule zur Bereitstellung von Anregungsenergie verwendet werden) kann der LBS 110 erkennen, dass der Ausgangswechselrichter 130 seine Leistung bereits mit dem Netz synchronisiert hat, und die Leistung der Anregungsquelle automatisch auf die Ausgangsleistung des Ausgangswechselrichters 130 reduzieren.

Die AC-Eingangsleistung wird dann dem Reaktorsystem 115 bereitgestellt und als Anregungsstrom für mehrere Spulen des Reaktorsystems 115 verwendet. Das Reaktorsystem 115 kann so konfiguriert sein, dass es elektrische Energie aus elektromagnetischen Feldern nutzt, die von der Last 135 und/oder anderen Quellen elektromagnetischer Strahlung (z. B. Umgebungsquellen) erzeugt werden. Das Reaktorsystem 115 kann einen Hauptreaktor umfassen, der so konfiguriert ist, dass er die Eingangsleistung empfängt und mithilfe einer ersten Spule (z. B. einer regenerativen Spule) ein Magnetfeld erzeugt. Zwei oder mehr weitere Spulen (z. B. Blindspulen) der Hauptdrossel können so konfiguriert sein, dass sie die Intensität des von der ersten Spule erzeugten Magnetfelds variieren. Das Reaktorsystem 115 kann außerdem einen

Resonanzreaktor umfassen, der so konfiguriert ist, dass er die Hauptdrossel mit der Last 135 in Resonanz bringt (z. B. die Hauptdrossel auf eine Resonanzfrequenz abstimmt, die ungefähr der Frequenz des von der Last 135 erzeugten elektromagnetischen Felds entspricht). **Der Resonanzreaktor kann außerdem eine Intensitätszunahme der von den Blindspulen erzeugten Magnetfelder bewirken, wodurch sich die Intensität des von der Regenerationsspule erzeugten variierenden Magnetfelds erhöht.** Die Variation der Magnetfelder kann mit der Größe der angeschlossenen Last 135 zusammenhängen. Das Reaktorsystem 115 wird nachfolgend anhand einer detaillierten Ausführungsform mit Bezug auf FIG. 3 näher beschrieben.

Der Ausgang des Reaktorsystems 115 kann einem Gleichrichter 120 zugeführt werden, der den Wechselstromausgang des Reaktorsystems 115 in einen Gleichstromausgang umwandelt. Der Gleichstromausgang kann von einem DC-Kombinationsanschlusskasten 125 empfangen werden (z. B. um den Ausgang mehrerer Reaktorsysteme zu kombinieren). In einigen Ausführungsformen kann der DC-Kombinationsanschlusskasten 125 die Ausgangsspannung jedes parallel geschalteten Reaktorsystems ausgleichen, um bei mehreren parallel geschalteten Reaktorsystemen den von jedem Reaktorsystem aufgenommenen Laststrom ausgleichen zu können.

Der Ausgang des Kastens 125 kann einem Ausgangswechselrichter 130 zugeführt werden. Der Ausgangswechselrichter 130 ist so konfiguriert, dass er das Reaktorsystem 115 mit der Last 135 synchronisiert. Der Ausgangswechselrichter 130 ist ferner so konfiguriert, dass er die Gleichstromleistung in Wechselstrom zur Verwendung durch die Last umwandelt und den Wechselstrom an die Last überträgt. In einigen Ausführungsformen kann der Ausgangswechselrichter 130 so konfiguriert sein, dass er einen Teil der AC-Ausgangsleistung in das Reaktorsystem 115 zurückspeist (z. B. um Systemverluste auszugleichen und/oder die Aufrechterhaltung des Magnetismus im Reaktorsystem 115 sicherzustellen). In einigen Ausführungsformen kann der Ausgangswechselrichter 130 ein Smart-Grid-Wechselrichter sein, der für die Synchronisierung mit einem Stromnetz konfiguriert ist. Er kann aus mehreren parallel geschalteten Modulen bestehen (z. B. fünf Modulen). In einigen Ausführungsformen kann ein Modul als Mastermodul und die anderen Module als Slavemodule fungieren, deren Betriebsparameter vom Mastermodul gesteuert werden. **Das Mastermodul kann eine programmierbare Lastmanagement-Software enthalten, die die Parameter jedes einzelnen Slavemoduls automatisch an den Bedarf der Last oder des Übertragungs-/Verteilungsnetzes anpasst.** In einigen Ausführungsformen kann der Ausgangswechselrichter 130 so konfiguriert sein, dass er eine eigene Spannungs-, Strom- und/oder Frequenzquelle erzeugt. Der Ausgangswechselrichter 130 kann eine angeschlossene Last in einem Inselssystem mit Strom versorgen oder netzsynchron arbeiten. In einigen Ausführungsformen kann es im netzunabhängigen Modus betrieben und/oder mit anderen Wechselrichtern im selben Netzwerk synchronisiert werden. In einigen Ausführungsformen kann es nahtlos und ohne Unterbrechung zwischen netzgebundenem und netzunabhängigem Modus wechseln. In einigen

Ausführungsformen kann es die Synchronisation mit anderen Wechselrichtern im System aufrechterhalten (z. B. im netzunabhängigen Modus) und/oder als Quellenreferenz (z. B. für Spannung und/oder Frequenz) dienen, wenn das Netz im netzunabhängigen Modus ausfällt.

Abbildung 2 zeigt ein Blockdiagramm eines Systems 200, das zur Stromversorgung der Last 135 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform verwendet werden kann. System 200 enthält dieselben Komponenten wie System 100, und ähnliche Komponenten in beiden Systemen können ähnlich funktionieren. System 200 ist so konfiguriert, dass es Anregungsenergie von einer Wechselstromquelle 202 statt von einer Gleichstromquelle erhält. Dementsprechend muss die Eingangsleistung nicht invertiert werden, damit sie vom Reaktorsystem 115 im System 200 genutzt werden kann.

Abbildung 3 zeigt ein Schaltbild eines Reaktorsystems 300, das zur Stromversorgung einer Last gemäß einer beispielhaften Ausführungsform verwendet werden kann. Das Reaktorsystem 300 kann eine Implementierung des in den Abbildungen 1 und 2 gezeigten Reaktorsystems 115 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform sein. In der dargestellten Ausführungsform wird dreiphasiger Wechselstrom über die Eingangsleitungen 355 empfangen. Jeder Satz Eingangsleitungen 355 kann über ein Schaltmodul 320 mit zwei Sätzen von Reaktormodulen verbunden werden, darunter ein Hauptreaktor 305 und ein Resonanzreaktor 310. Der Ausgangswechselstrom wird an Gleichrichter 360 geliefert, die den Wechselstrom in Gleichstrom umwandeln, der über die Ausgangsleitungen 370 übertragen wird. Obwohl das Reaktorsystem 300 mit sechs Sätzen von Reaktormodulen dargestellt ist, wird der Einfachheit halber im Folgenden die Funktion eines einzelnen Satzes von Reaktormodulen beschrieben.

Bevor die Komponenten des Reaktorsystems 300 mit Strom versorgt werden, können verschiedene Einstellungen und Programmierungen der Parameter des Reaktorsystems 300 und/oder anderer Komponenten des gesamten Stromversorgungssystems vorgenommen werden. Beispielsweise können Parameter eingerichtet werden, die es einem Ausgangswechselrichter ermöglichen, sich mit einem Stromnetz oder einer anderen Last zu synchronisieren und/oder Ausgangsleistung an die Last abzugeben. Der Ausgangswechselrichter kann entsprechend den mit dem Netz oder einer anderen Last verbundenen Parametern programmiert werden. Zu solchen Parametern können beispielsweise Frequenzbereich, Spannungsbereich, korrekte Phasenfolge des Netzes, mit dem der Ausgangswechselrichter synchronisiert werden soll, usw. gehören. In einigen Ausführungsformen kann ein Schutzsystem programmiert werden (z. B. Fehlerschutz, Über- und/oder Unterspannungsschutz, Über- und/oder Unterfrequenzschutz, maximale Spannung und/oder Stromstärke des Wechselrichterausgangs usw.). In einigen Ausführungsformen kann ein in das System integriertes programmierbares Lastmanagementsystem die Betriebsparameter jedes

einzelnen Moduls innerhalb des Wechselrichtersystems verwalten (z. B. im Fall mehrerer Module).

Nach Abschluss der Erstprogrammierung und -einrichtung kann der Lasttrennschalter aktiviert und die Komponenten des Reaktorsystems 300 mit Strom versorgt werden. Das Schaltmodul 320 erhält Strom über die Eingangsleitungen 355. Eine Neutraldrossel 315 kann ebenfalls Strom über die Eingangsleitungen 355 und/oder das Schaltmodul 320 beziehen. Die Neutraldrossel 315 kann überschüssigen Strom, der nicht sofort von den Reaktormodulen genutzt werden kann, in die Eingangsleitungen 355 zurückspeisen. Eine Regenerationsspule 325 der Hauptdrossel 305 wird mit Strom versorgt. Die Regenerationsspule 325 ist zwischen einem der Anschlüsse einer Blindspule 335 und einem Neutralpunkt der Neutraldrossel 315 geschaltet. Anschließend wird die Blindspule 335 aktiviert, die mit der Erregerquelle (z. B. über die Regenerationsspule 325) und einer ersten Resonanzdrosselspule 340 der Resonanzdrossel 310 verbunden ist. Die Kollektorspule 330, die mit einer zweiten Resonanzdrosselspule 345 parallel geschaltet und magnetisch mit der Regenerationsspule 325 gekoppelt ist, wird ebenfalls aktiviert. Die erste Resonanzdrosselspule 340 wird aktiviert (z. B. über die Blindspule 335). Die erste Resonanzdrosselspule 340 ist in Reihe mit der Blindspule 335 geschaltet und direkt mit einem der Anschlüsse eines Gleichrichters 360 verbunden. Die zweite Resonanzdrosselspule 345, die parallel zur Kollektorspule 330 geschaltet und magnetisch mit der ersten Resonanzdrosselspule 340 gekoppelt ist, wird mit Strom versorgt. Die Blindspule 350, die magnetisch mit der Rückspeisespule 325 gekoppelt und direkt mit einem Anschluss eines Gleichrichters 360 verbunden ist, wird ebenfalls mit Strom versorgt. Die Blindspule 330 ist ebenfalls magnetisch mit der Rückspeisespule 325 gekoppelt.

Der Ausgangswechselrichter kann ähnlich wie der Erregerwechselrichter programmiert und aktiviert werden, um sich mit dem Stromnetz oder einer anderen Last zu synchronisieren und Strom in dieses einzuspeisen. Nachdem der Ausgangswechselrichter zur Synchronisierung mit dem Netz aktiviert wurde, fließt ein Strom einer bestimmten Stärke durch die Komponenten des Systems 300. Die Stärke des Stroms kann proportional zur Stärke der angeschlossenen Last sein. Der Stromfluss durch die Regenerationsspule 325 bewirkt, dass die Regenerationsspule 325 ein erstes Magnetfeld erzeugt. Der durch die Blindspule 335 fließende Strom bewirkt, dass die Blindspule 335 ein zweites Magnetfeld erzeugt, das die Intensität des von der Rückspeisespule 325 erzeugten ersten Magnetfelds abhängig von der Ausgangslast des Wechselrichters so variiert, dass das von der Rückspeisespule 325 erzeugte Magnetfeld verstärkt wird. Der durch die Blindspule 350 fließende Strom bewirkt, dass die Blindspule 350 ein drittes Magnetfeld erzeugt, das die Intensität des von der Rückspeisespule 325 erzeugten ersten Magnetfelds abhängig von der Ausgangslast des Wechselrichters so variiert, dass das von der Rückspeisespule 325 erzeugte Magnetfeld abnimmt.

Der in der Blindspule 335 fließende Strom mit konfigurierter Polarität und Wicklungsrichtung in Bezug auf die Rückspeisespule 325 erzeugt ein verstärkendes Magnetfeld zu dem von der Rückspeisespule 325 erzeugten Magnetfeld. Der in der Blindspule 350 fließende Strom mit konfigurierter Polarität und Wicklungsrichtung in Bezug auf die Regenerationsspule 325 erzeugt ein Gegenmagnetfeld zu dem von der Regenerationsspule 325 erzeugten Magnetfeld. Der Effekt der verstärkenden und gegenläufigen Magnetfelder in der Regenerationsspule 325 simuliert die Ausdehnung und Kontraktion des Magnetfelds in der Statorwicklung eines Generators, wenn der Rotor mit einer Gleichstromerregung gedreht wird (wodurch am Rotor Nord- und Südpole erzeugt werden). Wenn die Ausgangslast des Wechselrichters steigt, werden der von der Resonanzdrossel 345 erzeugte Strom und die Spannung (z. B. im Verhältnis eins zu eins zum von der Last gezogenen Strom oder geringfügig höher) in Resonanz mit der Kollektorspule 330 gebracht, die magnetisch mit der Regenerationsspule 325 gekoppelt ist. Diese von der Resonanzdrossel 345 induzierte Energie hält die magnetische Feldstärke der Regenerationsspule 325 aufrecht und passt sie an jede gegebene spezifische Last an.

In einigen Ausführungsformen kann die Regenerationsspule 325 mehr Strom aufnehmen (z. B. durch Induktion vom Resonanzreaktor 310), als die Blindspule 335 aufnehmen und an den Gleichrichter 360 zur Übertragung an die Last liefern kann. In einigen dieser Ausführungsformen kann die Regenerationsspule 325 überschüssige Energie an einen Neutralreaktor 315 zurückleiten. Der Neutralreaktor 315 kann die Energie zurück in die Eingangsstromleitungen 315 leiten (z. B. in einer Rückkopplungsschleife), wodurch Energieverluste vermieden werden. In einigen Ausführungsformen kann die Neutraldrossel 315 ein dreiphasiger Zickzack-Transformator sein, der entsprechend der spezifischen Spannung der Erregerquelle (z. B. gleich der vom Ausgangswechselrichter ausgegebenen Spannung) und dem von der Rückspeisespule 325 erzeugten überschüssigen Strom ausgelegt ist. Überschüssiger Strom an der Rückspeisespule 325 kann durch ihren Neutralpunkt zum Neutralpunkt der Neutraldrossel 315 fließen. Der vom Neutralpunkt der Neutraldrossel 315 fließende Strom kann über die dreiphasige Zickzack-Wicklung der Neutraldrossel 315 in die dreiphasige Erregerquelle induziert werden. In einigen Ausführungsformen kann eine Rückkopplungsschaltung vom Ausgangswechselrichter verwendet werden, um einen Teil der Ausgangsleistung zurück in den Erregeringang zu leiten, um die Aufrechterhaltung des Magnetismus in der Hauptdrossel 305 und/oder der Resonanzdrossel 310 sicherzustellen und/oder Systemverluste auszugleichen.

Mit Bezug auf FIG. 4 zeigt ein Flussdiagramm eines Prozesses 400 zur Stromversorgung einer Last (z. B. unter Verwendung eines Systems wie den Systemen 100, 200 und/oder 300) gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Ein Reaktorsystem kann Anregungsenergie von einer Stromquelle (405) erhalten. Die Anregungsenergie kann

verwendet werden, um eine oder mehrere Spulen eines ersten Reaktors zu aktivieren und so ein erstes Magnetfeld (410) zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen kann der erste Reaktor Spulen enthalten, die das Magnetfeld variieren (z. B. erweitern und/oder kollabieren) können. Ein zweiter Reaktor kann aktiviert und so konfiguriert werden, dass die Spulen des ersten Reaktors mit einer an den Ausgang des zweiten Reaktors angeschlossenen Last in Resonanz treten (415). In einigen Ausführungsformen kann der zweite Reaktor so konfiguriert sein, dass er das vom ersten Reaktor erzeugte Magnetfeld (420) variiert (z. B. dessen Intensität erhöht), beispielsweise durch Änderung der Intensität der von den Spulen des ersten Reaktors erzeugten Felder, die das vom ersten Reaktor erzeugte Magnetfeld erweitern und/oder kollabieren.

Einige Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung, beispielsweise dargestellt in den Abbildungen 5–12, beziehen sich auf einen regenerativen elektromagnetischen Energieflussreaktor (EER) mit hoher Energieeffizienz. Solche Ausführungsformen können eine Wechselstromquelle als Anregung nutzen, um eine elektromagnetische Wechselwirkung in der Reaktorbaugruppe zu erzeugen. Diese kann zur Rückgewinnung der von einer Blindspule induzierten elektromagnetischen Energie in eine oder mehrere Rückspeisespulen genutzt werden und kann durch eine elektrische Last, die direkt an den Ausgang einer oder mehrerer Kollektorspulen angeschlossen ist, abgestimmt werden. Die maximale Belastung der Kollektorspulen kann anhand des Verhältnisses von Blind- zu Rückspeisespulen bestimmt werden. Die Kollektorspulen können automatisch durch eine separate und eigenständige Blindspulenbaugruppe (z. B. einen Resonanzreaktor) (angeschlossen an einen Ausgang der Blindspulen der Hauptbaugruppe) abgestimmt werden, um eine stabile Leistung und maximale Energierückgewinnung an den Rückspeisespulen zu gewährleisten.

In einigen Ausführungsformen kann der EER eine Baugruppe aus einem oder mehreren mikroprozessorbasierten Leistungsmodulen (MPM), einem ein-, zwei- oder mehrstufigen Reaktorsystem (RS) mit drei (3) oder mehr Spulen, einer mikroprozessorbasierten Steuerplatine (MCB) und einem oder mehreren Hall-Effekt-Stromsensoren (HECS) sein. Beispielsweise kann das System in einem Kaskadensystem angeordnet werden, wobei der Ausgang des ersten EER als Anregungsquelle für den zweiten, größeren EER dient. Beispielsweise kann ein 100-kW-EER als Anregungsquelle für einen 1-MW-EER dienen. Sobald beide EER in Betrieb sind, können sie mit dem Netz synchronisiert werden, um eine Gesamtleistung von 1,1 MW zu erzeugen. Die erhöhte Effizienz der Leistung kann durch die elektrische Last gesteuert werden, die direkt oder über eine Kompensationsdrossel, die die Spannungsabgabe des EER regelt, an die reaktive Spulenbaugruppe angeschlossen ist. Die elektromotorische Kraft und der Strom, die durch die Blindspulen fließen, induzieren elektromagnetische Energie in der Regenerationsspule, die im Reaktorkern Magnetfelder erzeugt, die den von der Regenerationsspule selbst erzeugten Magnetfeldern entgegengesetzt sind (bei Anregung durch eine Anregungsquelle). Die entgegengesetzten Magnetfelder in den Regenerationskreisen üben Druck auf die Atome im System aus, um sie in einen

kohärenten Zustand zueinander zu bringen. **Der kohärente Zustand der Atome führt durch magnetische Induktion im Reaktorsystem zu einem kontinuierlichen Austausch von Elektronen zwischen den Atomen.** Da Elektronen in der Atmosphäre aufgrund des hohen Widerstands verschiedener Gasarten kaum fließen können, werden sie an die Oberfläche von Leitern mit geringerem Widerstand gezogen. Gemäß einigen Ausführungsformen können im EER die Regenerations- und Blindspulen die Leiter mit dem geringsten Widerstand sein, wodurch Elektronen von diesen Leitern angezogen werden. Mit zunehmender elektrischer Belastung der Blindstromkreise (z. B. Blindspulen) steigt die elektromagnetische Energie in den Rückspeisekreisen (z. B. Rückspeisespulen) proportional an, und auch der Wirkungsgrad der an die Verbraucher abgegebenen Leistung steigt. Dadurch erhöht sich auch die elektrische Belastbarkeit der Kollektorspule. Die Kollektorspulen können separat belastet, aber entsprechend dem Übersetzungsverhältnis von Blind- und Rückspeisespulen abgestimmt werden. Die Kollektorspulen können auch durch einen separaten, vom Hauptreaktor unabhängigen Blindreaktor (z. B. Resonanzreaktor) angeregt und zur automatischen Abstimmung an eine der Ausgangsblindspulen des Hauptreaktors angeschlossen werden. Das HECS überwacht die Betriebsparameter des Resonanzreaktors und aktiviert bzw. deaktiviert das System, wenn die voreingestellten Betriebsparameter erreicht oder überschritten werden. Während der Deaktivierung wechselt das System automatisch in den Bypass-Modus. Im Bypass-Modus kann der Reaktor aufgrund einer Überlastung abgeschaltet und ein Bypass-Schaltkreis angeschlossen werden, um die Last direkt an eine alternative Quelle anzuschließen. Wenn das HECS erkennt, dass die Last innerhalb der normalen Parameter des Reaktors liegt, kann der Bypass-Modus abgebrochen werden. Die maximale Belastbarkeit des Blind-, Rückspeise- und Kollektorkreises kann durch die Auslegungsübersetzung und die Nennstromstärke der Leiterspulen begrenzt sein. Um die Effizienz der Auslegungsübersetzung zu maximieren, kann eine zweite Reaktorstufe integriert werden, um die gewünschte Spannungsabgabe für die elektrische Last zu regulieren. In einigen Ausführungsformen können mindestens zwei Blindspulen verwendet werden, um die Rückspeisespulen mit hochintensiver elektromagnetischer Energie zu versorgen. Der Magnetkern des EER kann aus Dünnschichtmaterialien bestehen. Der Magnetkern des Reaktorsystems kann aus hochwertigen Siliziumstahlblechen in kornorientierter Anordnung bestehen. Die Blechdicke der kornorientierten Siliziumstahlbleche kann für eine bessere Leistung und Effizienz die dünnste verfügbare Produktionsstärke aufweisen. Die Stapeltiefe des Kernbereichs kann basierend auf der Auslegungsberechnung die maximale Tiefe erreichen, um den Casimir-Effekt auf die dünnen Siliziumlaminatbleche zu maximieren. Der Kupferleiter kann zu 99,99 % sauerstofffrei sein und auf einen Kern gewickelt werden, um die Blind-, Rückspeise- und Kollektorspulen zu bilden. Die Blind-, Regenerativ- und Kollektorspulen können getrennt voneinander oder gemeinsam auf die gleichen Schenkel jedes Reaktorkerns gewickelt werden. Die Blind-, Regenerativ- und Kollektorspulen können aus rechteckigem oder rundem Kupfermagnetdraht bestehen, der zu 99,9 % sauerstofffrei ist. MPM und MCM können einem Temperaturanstieg von 65 °C

standhalten. Der Reaktorkern kann als zweischenkliger R-Typ-Kern oder als dreischenkliger R-Typ-Kern ausgeführt sein.

Abb. 5 zeigt ein Blockdiagramm eines weiteren Systems zur Stromversorgung einer Last gemäß einer beispielhaften Ausführungsform. Das System in Abb. 5 umfasst eine Erregerquelle 1, die die Drosseln 32 und 33 erregt, die als Stromquelle für die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule (MPMs) 2 und 18, das mikroprozessorbasierte Steuermodul (MCM) 6 und den Bypass-Betrieb dienen. Die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 steuern die Steuerschaltung der Hilfsschaltmodule 24 und 23, wie in Abb. 9 dargestellt. Diese mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 werden vom mikroprozessorbasierten Steuermodul 6 basierend auf einem Signal des Hall-Effekt-Stromsensors 11 gesteuert und betätigt. In der in Abb. dargestellten Ausführungsform In Abb. 6 versorgt die Erregerquelle 1 die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 sowie das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6 mit Strom.

Bei Nullstrom an Klemme 15 erfasst der Hall-Effekt-Stromsensor 11 einen Nullstrom und sendet ein Signal an das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6. Das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6 verarbeitet das Signal und leitet es über die Steuerkabel 8 und 10 an die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 weiter, wie in Abb. 6 dargestellt. Die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 deaktivieren die Drosseln 32 und 33.

In der in Abb. dargestellten Ausführungsform In Abb. 8 versorgt die Erregerquelle 1 die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 sowie das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6 mit Strom. Bei Nulllast an den Klemmen 15, 16 und 19 erfasst der Hall-Effekt-Stromsensor 11 einen Nullstrom und sendet ein Signal an das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6. Das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6 verarbeitet das Signal und leitet es an die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 weiter. Die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 verarbeiten die Empfangssignale und aktivieren die Hilfsschaltmodule 24 und 23. Die Hilfsschaltmodule 24 und 23 deaktivieren die Drosseln 32 und 33.

Beim Schalten einer Last an Klemme 15 (in Abb. 6) und/oder den Klemmen 15, 16 und 19 (in Abb. 8) sendet der Hall-Effekt-Stromsensor 11 das Signal 34 an das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6. Das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6 empfängt und verarbeitet das vom Hall-Effekt-Stromsensor 11 gesendete Signal 34. Wenn das vom Hall-Effekt-Stromsensor 11 gesendete Signal 34 gleich oder größer als das voreingestellte Mindeststromauslösesignal ist, leitet das mikroprozessorbasierte Steuermodul 6 das verarbeitete Signal an die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 weiter. In der in FIG. 6 gezeigten Ausführungsform aktivieren die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 die Drosseln 32 und 33. In der in FIG. gezeigten Ausführungsform 8: Die mikroprozessorbasierten Leistungsmodule 2 und 18 leiten das verarbeitete Signal an die Hilfsschaltmodule 24 und 23 weiter. Die

Hilfsschaltmodule 24 und 23 deaktivieren den Bypass-Modus und aktivieren gleichzeitig die Drosseln 32 und 33.

Wenn die Drosseln 32 und 33 erregt werden, entstehen an der Regenerationsspule 4 (wie in FIG. 6) oder den Regenerationsspulen 4A, 4B und 4C (wie in FIG. 8) elektromagnetische Energie und Magnetfelder entgegengesetzter Richtung sowie ein Erregerstrom 27 (siehe FIG. 10), der die Gegenfelder 28 erzeugt. Fast gleichzeitig entwickelt ein Stromfluss an der Blindspule 3 (wie in FIG. 6) oder den Blindspulen 3A, 3B und 3C (wie in FIG. 8) einen Rückkopplungsstrom 29 und ein entgegengerichtetes Magnetfeld 30 (wie in FIG. 10 gezeigt) zur Regenerationsspule 4 (wie in FIG. 6) oder den Regenerationsspulen 4A, 4B und 4C (wie in FIG. 8), direkt entgegengesetzt zum Magnetfeld 28.

Sowohl der Erregerstrom 27 als auch der Rückkopplungsstrom 29 (siehe Abb. 10) kollidieren in den in Abb. 6 und Abb. 8 dargestellten Ausführungsformen und zwingen so die Atome im System, sich zu binden. Der atomare Zusammenhalt führt zum Elektronenaustausch zwischen den Atomen, was zu einem kontinuierlichen Elektronenfluss in den Regenerationsspulen und deren Ableitung an die elektrischen Verbraucher führt. Da Elektronen aufgrund des hohen Widerstands der Gase in der Atmosphäre im Weltraum kaum fließen können, werden sie von einem Weg mit geringerem Widerstand angezogen. Im beispielhaften EER der Abb. 5–10 bilden die Blindspule 3 und die Regenerationsspule 4 (siehe Abb. 6) sowie die Blindspulen 3A, 3B und 3C und die Regenerationsspulen 4A, 4B und 4C (siehe Abb. 8) den elektrischen Weg mit geringerem Widerstand, und Elektronen werden von ihren Leiterspulen angezogen. Solange die Erregerquelle 1 kontinuierlich die benötigte Erregerspannung und den benötigten Erregerstrom liefert, bleibt der Zusammenhalt der Atome durch magnetische Induktion bestehen. Die Kollektorspule 5 (siehe Abb. 6) bzw. die Kollektorspulen 5A, 5B und 5C (siehe Abb. 8) werden elektrisch geladen, um die Intensität der entgegengesetzten Magnetfelder 28 in der Regenerationsspule 4 (siehe Abb. 6) bzw. den Regenerationsspulen 4A, 4B und 4C (siehe Abb. 8) und den Stromfluss in der Blindspule 3 (siehe Abb. 6) bzw. den Blindspulen 3A, 3B und 3C (siehe Abb. 8) zu erhöhen. Dies dient dazu, die im Reaktorsystem aufgebaute Atomkohäsionsstärke aufrechtzuerhalten bzw. zu erhöhen. **Bei der Ausdehnung/Verstärkung des Magnetfelds kann sich das Atom ausdehnen und Elektronen aus den nahen Feldern anziehen, um die Löcher zu füllen und so in den Grundzustand zu übergehen (Elektronenaufnahme). Wenn das Magnetfeld kontrahiert/abgeschwächt wird, zieht sich das Atom zusammen. Dies zwingt das Atom, ein Elektron abzugeben und es in einen Transitzustand (Elektronenübertragung) zu versetzen.** Die Geschwindigkeit des Elektronentransfers von einem Atom zum anderen kann als Atomkohäsionsstärke bezeichnet werden. Sobald ein Elektronenfluss stattfindet, muss das variierende (verstärkende/abschwächende) Magnetfeld einer bestimmten Stärke im Verhältnis zur Last aufrechterhalten werden.

Das mikroprozessorbasierte Leistungsmodul 18 steuert und regelt das Verhältnis der Drosselspule 33 zu den Regenerationsspulen 12 und 13 (siehe Abb. 6) und den Regenerationsspulen 12A, 12B, 12C und 13A, 13B, 13C (siehe Abb. 9) über das Hilfsschaltmodul 23, um die Ausgangsspannung an den Anschlüssen 15, 16 und 17 (siehe Abb. 6) sowie 15, 16, 19, 20, 21 und 22 (siehe Abb. 9) zu regeln. In einigen Ausführungsformen kann dies ein Mehrstufendesign sein, und das Modul kann so programmiert werden, dass es die Abgriffe anpasst, sobald es erkennt, dass die Spannung über oder unter dem voreingestellten Wert liegt. In einigen Ausführungsformen kann der Ausgangswechselrichter die Ausgangsspannung regeln. Die einphasigen Ausgänge für die in Abb. dargestellte Ausführungsform. In 6 sind die Anschlüsse 15 und 16 (Leitung zu Leitung), die Anschlüsse 15 und 35 (Leitung zu Erde), 16 und 35 (Leitung zu Erde) und 17 und 35 (Leitung zu Erde). Die dreiphasigen Ausgangsanschlüsse der in Abb. 9 gezeigten Ausführungsform sind 15, 16, 19 und 20, 21 bzw. 22. Die Kollektorspule 14 (wie in Abb. 6) oder die Kollektorspulen 14A, 14B und 14C (wie in Abb. 9) werden verwendet, um die Ausgangslast des Reaktorsystems zu maximieren. An das System können zwei Lasten angeschlossen werden (z. B. Primär- und Sekundärlasten). Die Primärlasten können direkt an den Ausgang der Blindspulen angeschlossen werden, und die Sekundärlasten können direkt an die Kollektorspulen angeschlossen werden. Die Primärlasten können so konfiguriert werden, dass sie kontrahierende Magnetfelder an den Rückspeisespulen erzeugen, und die Lasten an den Kollektorspulen können so konfiguriert werden, dass sie verstärkende Magnetfelder an den Rückspeisespulen erzeugen. Eine separate und eigenständige reaktive Reaktorspulenordnung kann eingeführt werden, um die Kollektorspulen zur Selbstabstimmung anzuregen, anstatt sie mit elektrischen Lasten zu belasten. Diese reaktive Reaktorspulenordnung ist an einem der Ausgänge der reaktiven Hauptreaktorspule angeschlossen.

In einigen Ausführungsformen kann eine EER-Baugruppe eine externe Erregereingangsquelle (z. B. ein öffentliches Stromnetz, Kraftwerke wie Wasserkraft, Wärmekraftwerke, Kernkraftwerke und Geothermiekraftwerke, Windkraftanlagen, Brennstoffzellengeneratoren, Solar- und Gezeitenkraftwerke) enthalten. Die Baugruppe kann außerdem ein oder mehrere Hilfsschaltmodule zum Aktivieren und Deaktivieren der Reaktoren enthalten. Das System kann ein- oder zweistufig und/oder einphasig oder dreiphasig sein. Die Baugruppe kann außerdem ein mikroprozessorbasiertes Leistungsmodul zur Steuerung des Hilfsschaltmoduls und ein mikroprozessorbasiertes Steuermodul zur Verarbeitung der von Hall-Effekt-Stromsensoren eingespeisten Signale enthalten. Die Baugruppe kann Hall-Effekt-Stromsensoren enthalten, die den Ausgangsstrom der elektrischen Ausgangslast des Systems erfassen. Die Baugruppe kann außerdem ein System aus einem oder mehreren elektromagnetischen Reaktoren (z. B. ein- oder zweistufig) und den folgenden Spulen umfassen: (1) eine reaktive Induktionsspule zur Aufnahme elektrischer Energie und zur Induktion eines entgegengesetzten Magnetfelds an einer Regenerationsspule; (2) eine regenerative

Induktionsspule, die die von der Blindspule induzierte elektromagnetische Energie und die Magnetfelder absorbiert und bei Anregung durch eine externe Quelle Magnetfelder erzeugt, die der Richtung der von der Blindspule induzierten Magnetfelder entgegengesetzt sind; (3) eine Kollektor-Induktionsspule, die so konfiguriert ist, dass sie die Intensität eines von der Regenerationsspule erzeugten Magnetfelds erhöht, wenn sie separat mit einer auf das Verhältnis von Blind- und Regenerationsspulen abgestimmten elektrischen Last belastet wird und/oder von einem separaten und eigenständigen Blind-/Resonanzreaktor (angeschlossen an einen Ausgang einer Blindspule des Hauptreaktors) zur automatischen Abstimmung des Hauptreaktors ohne den Vorteil einer an die Kollektorspule angeschlossenen externen elektrischen Last angeregt wird; (4) eine unabhängige Blindinduktionsreaktorbaugruppe, die Erregerstrom und -spannung an der Kollektorspule des Hauptreaktors induziert, um die Magnetfelder an der Regenerationsspule des Hauptreaktors zu erhöhen und/oder die Hauptreaktorbaugruppe automatisch abzustimmen; und/oder (5) eine Kompensationsdrossel zur Regulierung der Spannungsabgabe des Systems. In einigen Ausführungsformen empfängt das mikroprozessorbasierte Steuermodul das Signal der Hall-Effekt-Stromsensoren, verarbeitet es, aktiviert das mikroprozessorbasierte Leistungsmodul und leitet das verarbeitete Signal weiter, um das Drosselsystem zu deaktivieren oder zu aktivieren (z. B. in der Ausführungsform von FIG. 6) oder steuert den Betrieb des Hilfsschaltmoduls, um die Drosselsysteme basierend auf dem vom mikroprozessorbasierten Steuermodul verarbeiteten Signal der Hall-Effekt-Stromsensoren zu deaktivieren oder zu aktivieren und das verarbeitete Signal an das mikroprozessorbasierte Leistungsmodul weiterzuleiten (z. B. in der Ausführungsform von FIG. 9).

In einigen Ausführungsformen kann der EER so konfiguriert sein, dass er das Drosselsystem deaktiviert, sobald der vom Hall-Effekt-Stromsensor an der Ausgangs- oder Lastseite erfasste Strompegel unter den Pegel des voreingestellten Mindeststromsignals fällt. Der EER kann so konfiguriert sein, dass er das Drosselsystem aktiviert, sobald der Hall-Effekt-Stromsensor einen Strom über einem voreingestellten Mindeststromsignal und kleiner oder gleich einem voreingestellten Höchststromsignal erfasst. In einigen Ausführungsformen kann der EER so konfiguriert sein, dass er das Reaktorsystem deaktiviert, sobald die Hall-Effekt-Stromsensoren ein Stromsignal über dem voreingestellten maximalen Strompegelsignal erfassen, und/oder das System in einen Bypass-Modus schaltet.

In einigen Ausführungsformen kann der EER zwei entgegengesetzte Magnetfelder an den regenerativen Schaltungen/Spulen erzeugen, wenn die Ausgangsklemmen der Blind- und/oder Kollektorspulen belastet werden und/oder wenn die Kollektorspule zur Selbsteinstellung durch eine separate Blindreaktoranordnung angeregt wird. Dies führt zu einer erhöhten Intensität der entgegengesetzten Magnetfelder und zur Kollision von Strömen, wodurch die Atome im System zur Kohäsion gezwungen werden. Der Kohäsionsprozess ermöglicht den Austausch von Elektronen zwischen den Atomen, was

zu einem kontinuierlichen Elektronenfluss durch die Blind- und Regenerationsspulen führt, der von den angeschlossenen elektrischen Lasten absorbiert werden kann, solange die Regenerationsspulen angeregt sind.

In einigen Ausführungsformen kann der EER nur eine einzige Reaktorordnung enthalten. In einigen dieser Ausführungsformen können die Ausgangs- und die Kollektorspule unabhängig voneinander belastet werden.

In einigen Ausführungsformen kann der EER elektromagnetische Induktion nutzen, um beträchtliche Energiemengen an den Regenerationsspulen zu regenerieren. Dies geschieht durch induzierte elektromotorische Kraft und Strom in den Blindspulen, die durch die erhöhte Intensität der Magnetfelder in den Regenerationskreisen aufgrund der abgestimmten Last der Kollektorspulen entstehen. Die Höhe der regenerierten Energie an den Regenerationsspulen kann auf dem Verhältnis von Blind- zu Regenerativspulen und/oder von Regenerativ- zu Blindspulen (z. B. Windungszahl) basieren.

In einigen Ausführungsformen kann der EER die Theorie der elektromagnetischen Induktion nutzen, um beträchtliche Energiemengen an den Regenerationsspulen mittels induzierter elektromotorischer Kraft und Strom in den Blindspulen sowie der Anregung der Kollektorspulen durch eine separate resonante Reaktorbaugruppe (angeschlossen an einen der Ausgänge der Blindspulen) zu regenerieren. Die Anregungsenergie der separaten Reaktorbaugruppe erhöht die Intensität der entgegengesetzten Magnetfelder, die durch die Blindspulen der Hauptdrossel an den Regenerationskreisen induziert werden. Die Blind-/Resonanzreaktorbaugruppe kann so konfiguriert werden, dass sie die Hauptreaktorbaugruppe automatisch auf eine an die Blind-/Resonanzreaktorbaugruppe angeschlossene Last abstimmt. Die Höhe der regenerierten Energie an den Regenerationsspulen kann auf dem Verhältnis von Blind- zu Regenerationsspulen und/oder Regenerations- zu Blindspulen (z. B. Windungszahl) basieren.

In einigen Ausführungsformen kann der EER entsprechend dem Verhältnis von Blind- zu Regenerationsspulen und/oder Regenerations- zu Kollektorspulen beträchtliche Energie regenerieren, wenn eine Wechselstromquelle installiert ist und den EER mit Energie anregt. In einigen Ausführungsformen kann die Energie an Wechselstromlastbänke (z. B. ohmsche oder induktive Wechselstromlast und/oder eine Gleichrichterbaugruppe zur Umwandlung in Gleichstrom) abgegeben werden.

In einigen Ausführungsformen kann der EER über einen Wechselrichter Anregungsenergie von einer Gleichstromquelle beziehen. Die Gleichstromquelle kann erneuerbare Energiequellen wie Wind, Sonne, Brennstoffzellen und/oder andere Formen von Gleichstromquellen (z. B. Batterien/Batteriebänke) umfassen. In einigen Ausführungsformen kann der EER so konfiguriert sein, dass er Energie in einer

Wechselstromwellenform an Wechselstromlastbänke (z. B. ohmsche oder induktive Wechselstromlast und/oder eine Gleichrichterbaugruppe zur Umwandlung in Gleichstrom) abgibt. Der EER kann Energie in beträchtlicher Größenordnung regenerieren. In einigen Ausführungsformen kann die regenerierte Energie auf einem Verhältnis von Blind- zu Regenerativ- und Regenerativ- zu Kollektorspulen basieren.

In einigen Ausführungsformen können Aspekte des EER nach den folgenden beispielhaften Formeln arbeiten:

$$\begin{aligned}
 P(\text{in}) &= P(\text{out}) + P(\text{sys}) - P(\text{reg}) \\
 P(\text{reg}) &= P(\text{rea}) + P(\text{rea-sr}) \\
 P(\text{rea}) &= \left(\frac{N(\text{rea})}{N(\text{reg})} \right) (V(\text{rea})) (I(L)) (p.f.) \\
 P(\text{rea-sr}) &= \left(\frac{N(\text{col})}{N(\text{rea-sr})} \right) (V(\text{rea-sr})) (I(L)) (p.f.) \\
 P(\text{in}) &= P(\text{out})
 \end{aligned}$$

$$+ P(\text{sys}) - \left[\left(\frac{N(\text{rea})}{N(\text{reg})} \right) (V(\text{rea})) (I(L)) (p.f.) \right] + \left[\left(\frac{N(\text{col})}{N(\text{rea-sr})} \right) (V(\text{rea-sr})) (I(L)) (p.f.) \right]$$

P(in) – Leistungsaufnahme des EER

P(out) – Abgegebene Leistung an die elektrischen Verbraucher

P(reg) – Rückspeiseleistung in die Rückspeisekreise

P(rea) – Induzierte Leistung der Blindleistung in den Rückspeisekreisen

P(rea-sr) – Verlustleistung der separaten Drosselspule durch Erregung der Kollektorspulen der Hauptbaugruppe

P(sys) – Verlustleistung durch Systemverluste

N(rea) – Windungszahl der Blindleistungsspule

N(reg) – Windungszahl der Rückspeisespulen

N(col) – Windungszahl der Kollektorspulen

N(rea-sr) – Windungszahl der separaten Blindleistungsspule

I(L) – Laststrom der angeschlossenen Last des EER

p.f. – Leistungsfaktor der angeschlossenen Last des EER

V(rea) – Spannungsabfall an der Blindleistungsspule

V(rea-sr) – Spannungsabfall an der separaten Blindleistungsspule Spulen

Hinweis: Die Volt pro Windung des Hauptreaktors und der separaten reaktiven Reaktorbaugruppe können identisch sein.

Die Offenbarung wird oben anhand von Zeichnungen beschrieben. Diese Zeichnungen veranschaulichen bestimmte Details spezifischer Ausführungsformen, die die Systeme, Methoden und Programme der vorliegenden Offenbarung implementieren. Die Beschreibung der Offenbarung anhand von Zeichnungen darf jedoch nicht als Einschränkung der Offenbarung verstanden werden. Die vorliegende Offenbarung sieht Methoden, Systeme und/oder Programmprodukte auf beliebigen maschinenlesbaren Medien zur Ausführung ihrer Operationen vor. Die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung können mit einem vorhandenen Computerprozessor, einem speziell für diesen oder einen anderen Zweck integrierten Computerprozessor oder einem festverdrahteten System implementiert werden. Es kann jeder Prozessortyp verwendet werden (z. B. FPGA, ASIC, ASIP, CPLD, SDS usw.). Kein Anspruchselement hierin ist nach den Bestimmungen von 35 U.S.C. §112, sechster Absatz, auszulegen, es sei denn, das Element wird ausdrücklich mit der Formulierung „Mittel zur“ bezeichnet. Darüber hinaus ist kein Element, keine Komponente oder kein Verfahrensschritt der vorliegenden Offenbarung für die Öffentlichkeit bestimmt, unabhängig davon, ob das Element, die Komponente oder der Verfahrensschritt in den Ansprüchen ausdrücklich genannt ist.

Wie oben erwähnt, können Ausführungsformen im Rahmen der vorliegenden Offenbarung Programmprodukte umfassen, einschließlich maschinenlesbarer Speichermedien zum Tragen oder Speichern maschinenausführbarer Anweisungen oder Datenstrukturen. Solche maschinenlesbaren Speichermedien können alle verfügbaren Medien sein, auf die ein Allzweck- oder Spezialcomputer oder eine andere Maschine mit Prozessor zugreifen kann. Solche maschinenlesbaren Speichermedien können beispielsweise RAM, ROM, EPROM, EEPROM, CD-ROM oder andere optische Plattenspeicher, Magnetplattenspeicher oder andere magnetische Speichergeräte oder jedes andere Medium umfassen, das zum Tragen oder Speichern gewünschten Programmcodes in Form maschinenausführbarer Anweisungen oder Datenstrukturen verwendet werden kann und auf das ein Allzweck- oder Spezialcomputer oder eine andere Maschine mit Prozessor zugreifen kann. Kombinationen der oben genannten Medien fallen ebenfalls unter den Begriff der maschinenlesbaren Speichermedien. Maschinenlesbare Speichermedien umfassen nichtflüchtige Medien, jedoch keine rein flüchtigen Medien (z. B. Signale im Raum). Maschinenausführbare Anweisungen umfassen beispielsweise Anweisungen und Daten, die einen Universalcomputer, Spezialcomputer oder eine spezielle Verarbeitungsmaschine veranlassen, eine bestimmte Funktion oder Funktionsgruppe auszuführen.

Es ist zu beachten, dass die hierin bereitgestellten Flussdiagramme zwar eine bestimmte Reihenfolge der Verfahrensschritte zeigen, diese jedoch von der Darstellung abweichen kann. Außerdem können zwei oder mehr Schritte gleichzeitig oder teilweise gleichzeitig ausgeführt werden. Diese Abweichungen hängen von den gewählten Software- und Hardwaresystemen sowie von der Wahl des Entwicklers ab. Es versteht sich, dass alle derartigen Abweichungen im Rahmen der vorliegenden Offenbarung liegen. Ebenso könnten Software- und Webimplementierungen der vorliegenden

Offenbarung mit Standardprogrammiertechniken mit regelbasierter Logik und anderer Logik durchgeführt werden, um die verschiedenen Datenbanksuchschritte, Korrelationsschritte, Vergleichsschritte und Entscheidungsschritte durchzuführen. Es ist auch zu beachten, dass das Wort „Komponente“, wie es hier und in den Ansprüchen verwendet wird, Implementierungen umfassen soll, die eine oder mehrere Zeilen Softwarecode verwenden, und/oder Hardwareimplementierungen und/oder Geräte zum Empfangen manueller Eingaben.

Die vorstehende Beschreibung von Ausführungsformen der Offenbarung dient der Veranschaulichung und Beschreibung. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Beschränkung der Offenbarung auf die konkrete offenbarte Form. Modifikationen und Variationen sind im Lichte der obigen Lehren möglich oder können sich aus der praktischen Anwendung der Offenbarung ergeben. Die Ausführungsformen wurden ausgewählt und beschrieben, um die Prinzipien der Offenbarung und ihre praktische Anwendung zu erläutern und es dem Fachmann zu ermöglichen, die Offenbarung in verschiedenen Ausführungsformen und mit verschiedenen Modifikationen entsprechend dem jeweiligen Verwendungszweck zu nutzen.

Ansprüche (19)

Abhängige Ansprüche ausblenden

Beansprucht wird:

1. Ein System zur Stromversorgung einer Last, umfassend:

eine erste Drosselspule mit einer ersten Spule zur Erzeugung eines ersten Magnetfelds und mindestens einer zweiten Spule zur Erzeugung mehrerer zweiter Magnetfelder, die die Intensität des ersten Magnetfelds variieren; und

eine zweite Drosselspule mit mindestens einer zweiten Drosselspule zur Abstimmung der ersten Drosselspule auf die Last;

wobei die erste Drosselspule die Leistung an die Last liefert und die zweite Drosselspule die von der ersten Drosselspule an die Last gelieferte Leistung erhöht, indem sie die Intensität der mehreren von der mindestens einen zweiten Spule erzeugten zweiten Magnetfelder erhöht und die erste Drosselspule auf die Last abstimmt.

2. Das System nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine zweite Drosselspule Folgendes umfasst:

eine dritte Spule, die mit der ersten Drosselspule und der Last verbunden ist;

eine vierte Spule, die magnetisch mit der dritten Spule gekoppelt ist;

wobei die erste Drossel eine fünfte Spule umfasst, und wobei die vierte Spule der zweiten Drossel mit der fünften Spule der ersten Drossel parallel geschaltet ist, und

wobei die zweite Drossel so konfiguriert ist, dass sie die fünfte Spule der ersten Drossel auf die Last abstimmt.

3. Das System nach Anspruch 2, wobei die erste Spule so konfiguriert ist, dass sie als Reaktion auf ein von der Last erzeugtes drittes Magnetfeld einen Wechselstrom erzeugt, wobei die erste Spule durch die zweite Drossel und die fünfte Spule auf die Last abgestimmt ist.

4. Das System nach Anspruch 1, ferner umfassend eine dritte Drossel, die so konfiguriert ist, dass sie überschüssige Energie von der ersten Drossel empfängt und diese überschüssige Energie in einen Eingang der ersten Drossel zurückspeist.

5. Das System nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Eingangswechselrichter, der so konfiguriert ist, dass er Strom von einer Gleichstromquelle empfängt und diesen Strom in Wechselstrom umwandelt, der als Anregungsenergie für mindestens eine der ersten und zweiten Drosseln verwendet wird.

6. Das System nach Anspruch 1, das ferner einen Gleichrichter umfasst, der Wechselstrom an einem Ausgang mindestens eines der ersten und zweiten Reaktoren empfängt und in Gleichstrom umwandelt.

7. Das System nach Anspruch 6, wobei die Last entweder ein Stromnetz oder ein Stromverteilungs- und -übertragungsnetz umfasst und das System ferner einen Wechselrichter umfasst, der das System mit der Last synchronisiert. Der Wechselrichter ist ferner so konfiguriert, dass er den Gleichstrom empfängt, in Wechselstrom umwandelt und den Wechselstrom an die Last liefert.

8. Ein System zur Stromversorgung einer Last, umfassend:

eine erste Vielzahl von Spulen, wobei eine erste Spule der ersten Vielzahl von Spulen so konfiguriert ist, dass sie ein erstes Magnetfeld erzeugt, und wobei mehrere zweite Spulen der ersten Vielzahl von Spulen so konfiguriert sind, dass sie mehrere zweite Magnetfelder erzeugen, die die Intensität des ersten Magnetfelds variieren; und

eine zweite Vielzahl von Spulen, wobei die zweite Vielzahl von Spulen so konfiguriert ist, dass sie mindestens eine abgestimmte Spule der ersten Vielzahl von Spulen auf die Last abstimmt;

wobei die erste Vielzahl von Spulen dazu konfiguriert ist, die Last mit Strom zu versorgen, und wobei die zweite Vielzahl von Spulen dazu konfiguriert ist, die von der ersten Vielzahl von Spulen an die Last gelieferte Leistung zu erhöhen, indem die Intensität der von der Vielzahl von zweiten Spulen erzeugten Vielzahl von zweiten Magnetfeldern erhöht wird und die abgestimmte Spule auf die Last abgestimmt wird.

9. Das System nach Anspruch 8, wobei die zweite Vielzahl von Spulen Folgendes umfasst:

eine dritte Spule, die mit einer der ersten Spulen und der Last verbunden ist; und

eine vierte Spule, die magnetisch mit der dritten Spule gekoppelt ist;

wobei die erste Vielzahl von Spulen eine fünfte Spule umfasst, die vierte Spule mit der fünften Spule parallel geschaltet ist und die vierte Spule so konfiguriert ist, dass sie die fünfte Spule auf die Last abstimmt.

10. Das System nach Anspruch 9, wobei die erste Spule so konfiguriert ist, dass sie als Reaktion auf ein von der Last erzeugtes drittes Magnetfeld einen Wechselstrom erzeugt, wobei die erste Spule durch die zweite Vielzahl von Spulen und die fünfte Spule auf die Last abgestimmt ist.

11. Das System nach Anspruch 8, das ferner eine Drossel umfasst, die so konfiguriert ist, dass sie überschüssige Energie von der ersten Spule aufnimmt und diese überschüssige Energie in einen Eingang der ersten Vielzahl von Spulen zurückspeist.

12. Das System nach Anspruch 8, ferner umfassend einen Eingangswechselrichter, der Strom von einer Gleichstromquelle empfängt und in Wechselstrom umwandelt, der als Erregerenergie für mindestens eine der ersten und zweiten Spulen verwendet wird.

13. Das System nach Anspruch 8, ferner umfassend einen Gleichrichter, der Wechselstrom an einem Ausgang mindestens einer der ersten und zweiten Spulen empfängt und in Gleichstrom umwandelt.

14. Das System nach Anspruch 13, wobei die Last entweder ein Stromnetz oder ein Stromverteilungs- und -übertragungsnetz umfasst und wobei das System ferner einen Wechselrichter umfasst, der das System mit der Last synchronisiert. Der Wechselrichter ist ferner so konfiguriert, dass er den Gleichstrom empfängt, in Wechselstrom umwandelt und den Wechselstrom an die Last liefert.

15. Ein Verfahren zur Stromversorgung einer Last, umfassend:

Erzeugen eines ersten Magnetfelds mithilfe einer ersten Spule einer ersten Spulenreihe;

Erzeugen eines oder mehrerer zweiter Magnetfelder mithilfe einer Vielzahl von zweiten Spulen der ersten Vielzahl von Spulen, die so konfiguriert sind, dass sie die Intensität des ersten Magnetfelds variieren;

Abstimmen mindestens einer abgestimmten Spule der ersten Vielzahl von Spulen mithilfe einer zweiten Vielzahl von Spulen auf die Last; und

Versorgen der Last mithilfe der ersten Vielzahl von Spulen mit Leistung, wobei die zweite Vielzahl von Spulen so konfiguriert ist, dass sie die von der ersten Vielzahl von Spulen an die Last gelieferte Leistung erhöht, indem sie die Intensität der von der Vielzahl von zweiten Spulen erzeugten zweiten Magnetfelder erhöht und die abgestimmte Spule auf die Last abstimmt.

16. Ein System zur Stromversorgung einer Last, umfassend:

eine erste Drosselspule mit einer ersten Spule zur Erzeugung eines ersten Magnetfelds und mindestens einer zweiten Spule zur Erzeugung mehrerer zweiter Magnetfelder, die die Intensität des ersten Magnetfelds variieren;

eine zweite Drosselspule mit mindestens einer zweiten Drosselspule zur Abstimmung der ersten Drosselspule auf die Last;

einen Gleichrichter, der so konfiguriert ist, dass er Wechselstrom an einem Ausgang mindestens eines der ersten und zweiten Reaktoren empfängt und den Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt; und

einen Ausgangswechselrichter, der so konfiguriert ist, dass er das System mit der Last synchronisiert, wobei der Ausgangswechselrichter ferner so konfiguriert ist, dass er den Gleichstrom empfängt, den Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt und den Wechselstrom der Last bereitstellt;

wobei der erste Reaktor so konfiguriert ist, dass er den Strom an die Last liefert, und der zweite Reaktor so konfiguriert ist, dass er die vom ersten Reaktor an die Last gelieferte Leistung erhöht, indem er die Intensität der mehreren zweiten Magnetfelder erhöht, die von der mindestens einen zweiten Spule erzeugt werden, und den ersten Reaktor auf die Last abstimmt.

17. Das System nach Anspruch 16, das ferner einen dritten Reaktor umfasst, der so konfiguriert ist, dass er überschüssige Energie vom ersten Reaktor aufnimmt und die überschüssige Energie zurück in einen Eingang des ersten Reaktors speist.

18. Das System nach Anspruch 16, das ferner einen Eingangswwechselrichter umfasst, der so konfiguriert ist, dass er Strom von einer Gleichstromquelle aufnimmt und den Strom in Wechselstrom umwandelt, der als Erregungsenergie für mindestens einen der ersten Reaktor und den zweiten Reaktor verwendet wird.

19. Das System nach Anspruch 16, wobei der Ausgangswechselrichter ferner so konfiguriert ist, dass er einen Teil der Wechselstromlastleistung in einen Eingang des ersten Reaktors überträgt.