



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.05.2016 Patentblatt 2016/21

(51) Int Cl.:
H01F 27/42^(2006.01) H01F 29/14^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15190513.0**

(22) Anmeldetag: **20.10.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Diez, Manfred**
73265 Dettingen unter Teck (DE)

(72) Erfinder: **Diez, Manfred**
73265 Dettingen unter Teck (DE)

(74) Vertreter: **Ruckh, Rainer Gerhard**
Patentanwaltskanzlei RUCKH
Jurastrasse 1
73087 Bad Boll (DE)

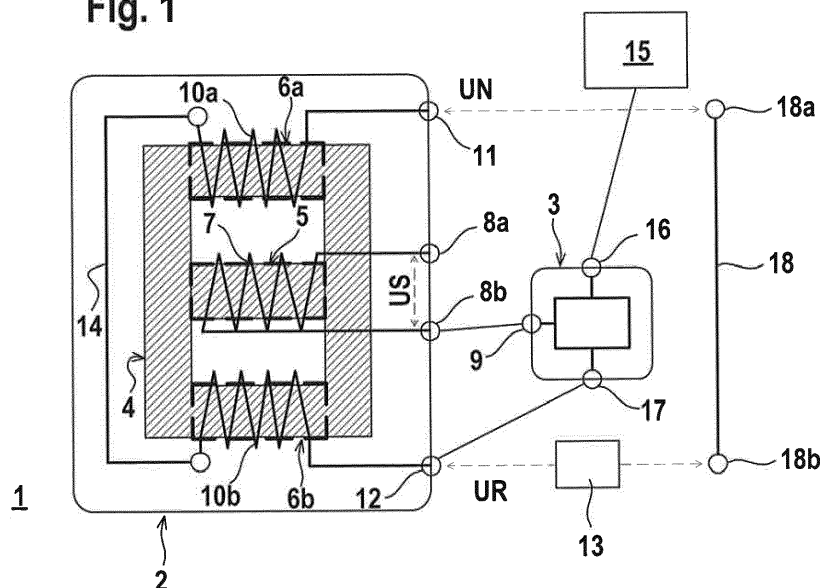
(30) Priorität: **18.11.2014 DE 102014116846**

(54) **VORRICHTUNG ZUR EINSTELLUNG EINER SPANNUNG MIT WENIGSTENS EINER ELEKTROMAGNETISCHEN VORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Einstellung einer Spannung, mit wenigstens einer elektromagnetischen Vorrichtung (2), umfassend wenigstens eine erste Leistungsspule (10a) auf einem ersten Leistungsmagnetkern (6a), wobei auf die erste Leistungsspule (10a) eine Eingangsspannung (UN) geführt ist, wenigstens eine zweite Leistungsspule (10b) auf einem zweiten Leistungsmagnetkern (6b), wobei die zweite Leistungsspule (10b) auf einen Spannungsausgang (12) geführt ist, an welchem eine Ausgangsspannung

(UR) anliegt und wenigstens eine Steuerspule (7) auf einem Steuermagnetkern (5). Die Vorrichtung umfasst wenigstens eine Einstelleinheit, welche an die Steuerspule (7) angeschlossen ist. Die Leistungsspulen (10a, 10b) sind so ausgebildet, dass durch diese keine Spannung an der Steuerspule (7) generiert wird. In der Einstelleinheit ist abhängig von einem Sollwert für die Ausgangsspannung (UR) ein Steuerstrom für die Steuerspule (7) generiert, wodurch eine Einstellung der Ausgangsspannung (UR) gegeben ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Einstellung einer Spannung.

[0002] Vorrichtungen der in Rede stehenden Art dienen insbesondere zur Regelung und Stabilisierung von Netzspannungen in Stromnetzen, wie zum Beispiel in Industriegebieten. Die Netzspannungen liegen bevorzugt im Niederspannungsbereich unterhalb von 1000 V, insbesondere bei 400 V. In den letzten Jahren wurden bei derartigen Stromnetzen verstärkt dezentral einspeisende Energiequellen wie Photovoltaik-Anlagen und Windkraft-Anlagen genutzt. Dies trägt zwar zu einer umweltschonenden Energie- und Stromerzeugung bei. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass mit diesen Energiequellen, wenn sie im Hochleistungsbetrieb sind, Netzspannungen im Stromnetz erzeugt werden, die typisch mehr als 440 V, insbesondere bis 460 V betragen. Damit liegt die Netzspannung über dem zulässigen Maximalwert bei 10 % über dem Sollwert von 400 V, also bei 440 V liegt. Dies stellt deshalb ein gravierendes Problem dar, da an derartigen Stromnetzen oft Verbraucher wie Pumpen, Kompressoren und dergleichen betrieben werden, die für Spannungen im Bereich $380\text{ V} \pm 5\%$ ausgelegt sind, also für Spannungswerte im Bereich von etwa 360 V bis 400 V. Liegen an derartigen Vorrichtungen Netzspannungen größer als 440 V an, so treten bei diesen Verbrauchern, insbesondere bei deren Motoren, Fehlbelastungen auf. Dies führt zu einem reduzierten Wirkungsgrad, zu einer verkürzten Lebensdauer und zu einem erhöhten Ausfallrisiko derartiger Vorrichtungen. Bei sicherheitsrelevanten Vorrichtungen kann sogar deren Betriebserlaubnis erlöschen, da durch die erhöhte Netzspannung kein fehlersicherer Betrieb mehr gewährleistet ist.

[0003] Um derartige unerwünschte Erhöhungen von Netzspannungen über deren zulässige Grenzwerte hinaus zu unterbinden, können prinzipiell regelbare Transformatoren eingesetzt werden. Diese weisen jedoch aufgrund der erforderlichen großen und schweren Wicklungen der einzelnen Spulen eine unerwünscht große Bauform auf. Zudem sind derartige regelbare Transformatoren auch sehr teuer.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mittels dessen Spannungen, insbesondere Netzspannungen mit konstruktiv geringem Aufwand auf vorgegebene Werte eingestellt werden können.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale der unabhängigen Ansprüche vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0006] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Einstellung einer Spannung, mit wenigstens einer elektromagnetischen Vorrichtung, umfassend wenigstens eine erste Leistungsspule auf einem ersten Leistungsmagnetkern, wobei auf die erste Leistungsspule eine Eingangsspannung geführt ist. Weiterhin umfasst die elektroma-

gnetische Vorrichtung eine zweite Leistungsspule auf einem zweiten Leistungsmagnetkern, wobei die zweite Leistungsspule, welche auf einen Spannungsausgang geführt ist, an welchem eine Ausgangsspannung anliegt. Weiterhin umfasst die elektromagnetische Vorrichtung wenigstens eine Steuerspule auf einem Steuermagnetkern. Die Vorrichtung weist wenigstens eine Einstelleinheit auf, welche an die Steuerspule angeschlossen ist. Die Leistungsspulen sind so ausgebildet, dass durch diese keine Spannung an der Steuerspule generiert wird. In der Einstelleinheit wird abhängig von einem Sollwert für die Ausgangsspannung ein Steuerstrom für die Steuerspule generiert, wodurch eine Einstellung der Ausgangsspannung gegeben ist.

[0007] Die Erfindung betrifft weiterhin ein entsprechendes Verfahren.

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist einen kompakten und einfachen Aufbau auf, so dass mit dieser mit geringem Konstruktions- und Kostenaufwand eine exakte und reproduzierbare Spannungseinstellung ermöglicht wird.

[0009] Besonders vorteilhaft erfolgt mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Stabilisierung von Netzspannungen von Stromnetzen. Insbesondere wird dabei mit der erfindungsgemäßen Spannungseinstellung erreicht, dass Netzspannungen in Stromnetzen die jeweils zulässigen Grenzwerte nicht übersteigen. Damit werden unerwünschte Beeinträchtigungen von an das Stromnetz angeschlossenen Verbrauchern vermieden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann dabei vorteilhaft in intelligenten Stromnetzen, sogenannten Smartgrids, eingesetzt werden.

[0010] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Spannungseinstellung durch Veränderungen der elektromagnetischen Eigenschaften von Komponenten der elektromagnetischen Vorrichtung erfolgt. Im Gegensatz zu einer Einstellung mit Halbleiterelementen wird so eine kostengünstigere und robustere Einstellmöglichkeit geschaffen.

[0011] Das Grundprinzip der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, mit einem durch die Einstelleinheit vorgegebenen Steuerstrom den Steuermagnetkern ganz oder teilweise in Sättigung zu bringen. Je nach Höhe des Steuerstroms tritt ein bestimmter Spannungsabfall an die Leistungsspule, wodurch aus der Eingangsspannung eine definierte Ausgangsspannung erzeugt wird, die den Verbrauchern eines Stromnetzes zur Verfügung gestellt wird.

[0012] Wesentlich hierbei ist, dass die Leistungsspulen so ausgebildet sind, dass durch diese keine Spannung in der Steuerspule generiert wird. Dies wird vorteilhaft dadurch erreicht, dass die beiden Leistungsspulen in einer Gegentaktschaltung betrieben sind.

[0013] Dies bedeutet, dass die beiden Leistungsspulen identische Wicklungen aufweisen, die in entgegengesetzter Richtung mit Strom durchflossen sind.

[0014] Die Spannungseinstellung erfolgt über die Einstelleinheit derart, dass die Ausgangsspannung auf ei-

nen Sollwert eingestellt wird. Prinzipiell kann der Sollwert in der Einstelleinheit gespeichert sein. Besonders vorteilhaft wird der Sollwert von einer externen Einheit in die Einstelleinheit eingelesen, wobei hierzu auch eine berührungslose oder Fernübertragung möglich ist. Damit kann die erfindungsgemäße Vorrichtung flexibel in verteilten Systemen integriert werden. Der Sollwert kann insbesondere auch zeitabhängig sein. Durch den so veränderlichen Sollwert ist eine dynamische Spannungseinstellung möglich.

[0015] Die Einstelleinheit kann im einfachsten Fall von einem Stromsteller gebildet sein, der ein langlebiges und nahezu wartungsfreies Bauteil bildet.

[0016] Besonders vorteilhaft ist die Einstelleinheit von einer Regeleinheit gebildet. Dabei können unterschiedliche Ausbildungen der Regeleinheit vorgesehen sein, wie zum Beispiel PI-Regler oder PID-Regler.

[0017] Besonders vorteilhaft sind die beiden Leistungsmagnetkerne und der Steuermagnetkern Bestandteil eines geschlossenen Magnetkerns.

[0018] Dabei weist der Magnetkern drei parallel verlaufende Schenkel auf, wobei der mittlere Schenkel den Steuermagnetkern und die äußeren Schenkel die Leistungsmagnetkerne bilden.

[0019] Die so ausgebildete elektromagnetische Vorrichtung mit nur einer Steuerspule und nur zwei im Gegentakt betriebenen Leistungsspulen weist einen besonders einfachen und kostengünstigen Aufbau auf.

[0020] Bei dieser Ausführungsform kann eine Spannungseinstellung nur derart erfolgen, dass die Ausgangsspannung gegenüber der Eingangsspannung nur reduziert, nicht jedoch erhöht werden kann.

[0021] Um in diesem Fall das Niveau der Eingangsspannung zu erhöhen, kann vorteilhaft der elektromagnetischen Vorrichtung ein Vorschalttransformator vorgeordnet sein, mittels dessen die Eingangsspannung erhöht ist.

[0022] Bei einer mehrphasigen Netzspannung ist für jede Phase einer Eingangsspannung eine elektromagnetische Vorrichtung mit einer zugeordneten Einstelleinheit vorgesehen, wobei gegebenenfalls den einzelnen elektromagnetischen Vorrichtungen ein Vorschalttransformator vorgeordnet sein kann.

[0023] Gemäß einer besonders vorteilhaften Variante der Erfindung sind zwei in Reihe geschaltete elektromagnetische Vorrichtungen vorgesehen, wobei in der ersten und/oder zweiten elektromagnetischen Vorrichtung an Einstellmittel angeschlossene Steuerspulen zur Einstellung der Ausgangsspannung vorgesehen sind. Die Ausgangsspannungen werden an der zweiten elektromagnetischen Vorrichtung ausgegeben.

[0024] Dabei weist jede elektromagnetische Vorrichtung zwei Paare von Leistungsspulen und ein Paar Steuerspulen auf, wobei die Leistungsspulen jedes Paares im Gegentaktbetrieb betrieben sind.

[0025] Weiterhin werden die beiden Paare von Leistungsspulen auch, in Übereinstimmung mit der ersten Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung, im Ge-

gentakt betrieben, wodurch vermieden wird, dass die Leistungsspulen auf dem Steuermagnetkern, auf welchem die Steuerspulen einer elektromagnetischen Vorrichtung aufgebracht sind, eine Spannung erzeugen.

[0026] Schließlich sind die Steuerspulen so ausgebildet, dass mittels der Steuerspule der ersten elektromagnetischen Vorrichtung eine konstante Spannung vorgegeben ist. Mit der Steuerspule der zweiten elektromagnetischen Vorrichtung wird eine einstellbare Spannung generiert.

[0027] Mit einer derartigen Vorrichtung kann eine Spannungseinstellung so erfolgen, dass die Ausgangsspannung gegenüber der Eingangsspannung sowohl reduziert als auch erhöht wird. Damit kann die Vorschaltung von Vorschalttransformatoren entfallen.

[0028] Um eine Spannungseinstellung für eine mehrphasige Netzspannung vorzunehmen, ist für jede Phase der Netzspannung wieder eine derartige Vorrichtung vorgesehen.

[0029] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Detaildarstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Spannungseinstellung.

Figur 2: Schematische Darstellung der Vorrichtung gemäß Figur 1.

Figur 3: Mehrfachanordnung von Vorrichtungen gemäß Figur 1 oder Figur 2 zur Einstellung mehrerer Phasen einer Netzspannung.

Figur 4: Vorrichtung gemäß Figur 1 oder Figur 2 mit einem vorgeordneten Vorschalttransformator.

Figur 5: Schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform zur Spannungseinstellung.

[0030] Figur 1 zeigt eine Detaildarstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Figur 2 zeigt diese Vorrichtung 1 in einer stark schematisierten Form.

[0031] Die Vorrichtung 1 dient zur Einstellung einer Spannung, insbesondere einer Netzspannung eines Stromnetzes. Mit der Vorrichtung 1 der Figur 1 kann eine einphasige Spannung oder eine Phase einer mehrphasigen Spannung eingestellt werden.

[0032] Im vorliegenden Fall erfolgt die Einstellung einer Netzspannung derart, dass diese nicht den zulässigen Grenzbereich von 400 V + 10 % überschreitet.

[0033] Die Vorrichtung 1 gemäß Figur 1 beziehungsweise Figur 2 umfasst eine elektromagnetische Vorrichtung 2 und eine dieser zugeordneten Einstelleinheit. Die Einstelleinheit kann prinzipiell von einem Stromsteller gebildet sein. Im vorliegenden Fall ist die Einstelleinheit von einer Regeleinheit 3, zum Beispiel von einem PID-

Regler oder einem PI-Regler, gebildet.

[0034] Die elektromagnetische Vorrichtung 2 umfasst einen geschlossenen Magnetkern 4. Der Magnetkern 4 umfasst drei parallel zueinander verlaufende Abschnitte in Form von Schenkeln (in Figur 1 in horizontaler Richtung verlaufend), die an ihren Enden durch senkrecht hierzu verlaufende Abschnitte (in Figur 1 in vertikaler Richtung verlaufend) verbunden sind.

[0035] Der mittlere Abschnitt des Magnetkerns 4 bildet einen Steuermagnetkern 5, die beiden außenliegenden Abschnitte bilden Leistungsmagnetkerne 6a, 6b. Auf dem Steuermagnetkern 5 ist eine Steuerspule 7 vorgesehen. Von der Steuerspule 7 sind Leitungen zu einem Masseanschluss 8a und einem Spannungsanschluss 8b geführt, zwischen welchen eine Steuerspannung US in Form einer Gleichspannung angelegt wird. Dementsprechend wird über einen Anschluss 9 der Regeleinheit 3 von dieser ein Steuerstrom in Form eines Gleichstroms auf den Spannungsanschluss 8b geführt, so dass der Steuerstrom der Steuerspule 7 zugeführt ist.

[0036] Der obere, parallel zum mittleren Abschnitt verlaufende Abschnitt des Magnetkerns 4 bildet den ersten Leistungsmagnetkern 6a. Auf dem ersten Leistungsmagnetkern 6a ist eine Leistungsspule 10a vorgesehen. Von der ersten Leistungsspule 10a führt eine Leitung zu einem netzseitigen Spannungseingang 11, an welchem die einzustellende Netzspannung als Eingangsspannung UN anliegt.

[0037] Der untere, parallel zum mittleren Abschnitt verlaufende Abschnitt des Magnetkerns 4 bildet den zweiten Leistungsmagnetkern 6b. Auf dem zweiten Leistungsmagnetkern 6b ist eine zweite Leistungsspule 10b vorgesehen. Von der zweiten Leistungsspule 10b führt eine Leitung auf einen verbraucherseitigen Spannungsausgang 12, an welchem die in der elektromagnetischen Vorrichtung 2 eingestellte Spannung als Ausgangsspannung UR ansteht und einem Verbraucher 13 beziehungsweise mehreren Verbrauchern 13 zugeführt wird.

[0038] Schließlich sind die Leistungsspulen 10a, 10b über eine Leitungsbrücke 14 verbunden.

[0039] Die Leistungsspulen 10a, 10b werden im Gentaktbetrieb betrieben, das heißt die Leistungsspulen 10a, 10b weisen identische Wicklungen auf und werden mit entgegengesetzt gerichteten, betragsmäßig gleichen Strömen durchflossen. Dadurch wird erreicht, dass die Leistungsspulen 10a, 10b im Steuermagnetkern 5 und in der Steuerspule 7 keine Spannung generieren.

[0040] Damit kann durch Vorgabe eines Steuerstroms in der Steuerspule 7 über die Regeleinheit 3 die Ausgangsspannung UR in vorgegebener Weise eingestellt werden. Die Einstellung der Ausgangsspannung UR erfolgt dabei durch Veränderung der elektromagnetischen Eigenschaften der elektromagnetischen Vorrichtung 2. Durch den Steuerstrom wird der Steuermagnetkern 5 ganz oder teilweise in Sättigung gebracht. Abhängig vom Steuerstrom tritt ein entsprechender Spannungsabfall UR-UN ein, der mit größer werdendem Steuerstrom kleiner wird. Damit wird durch den Steuerstrom abhängig

von der Eingangsspannung UN, das heißt der in die elektromagnetische Vorrichtung 2 eingespeisten Netzspannung, eine Ausgangsspannung UR, das heißt eine geänderte Netzspannung erzeugt, die dann dem Verbraucher 13 zur Verfügung gestellt wird.

[0041] Die Spannungseinstellung erfolgt derart, dass die Ausgangsspannung UR auf einen Sollwert geregelt wird. Der Sollwert wird von einer externen Einheit 15 über eine Schnittstelle 16 der Regeleinheit 3 in diese eingelesen. Die Übertragung kann leitungsgebunden oder berührungslos erfolgen. Weiterhin wird die aktuelle Ausgangsspannung über einen Anschluss 16 der Regeleinheit 3 in diese eingelesen. Damit sind in der Regeleinheit 3 der Sollwert und die Ausgangsspannung UN als Istwert vorhanden, so dass in der Regeleinheit 3 die Regelung der Ausgangsspannung UR auf den Sollwert erfolgen kann. Der Sollwert kann zeitlich konstant oder zeitlich veränderlich sein.

[0042] Die Bestimmung der Ausgangsspannung erfolgt im vorliegenden Fall nicht durch eine Messung Phase gegen Phase, sondern Phase gegen Nullpotential. Generell ist natürlich auch eine Messung Phase gegen Phase möglich. Die entsprechende Referenz 18a des Nullleiters 18 für die Netzspannung, die Referenz 18b des Nullleiters 18 für die Regelspannung, sowie der Nullleiter 18 selbst, sind schematisch in Figur 1 dargestellt.

[0043] Mit der Vorrichtung 1 gemäß Figur 1 beziehungsweise Figur 2 kann eine einphasige Netzspannung geregelt werden. Für eine Regelung einer mehrphasigen Netzspannung wird für die Regelung jeder Phase der Netzspannung eine separate Vorrichtung 1 benötigt. Figur 3 zeigt die Anordnung für die Regelung einer dreiphasigen Netzspannung. Hier werden drei identische Vorrichtungen 1 gemäß den Figuren 1 beziehungsweise 2 eingesetzt, welche die Abhängigkeit der jeweiligen Eingangsspannungen UN.1, UN.2, UN.3 für die jeweilige Phase die Ausgangsspannung UR.1, UR.2, UR.3 generieren.

[0044] Mit der Vorrichtung 1 gemäß den Figuren 1 beziehungsweise 2 kann eine Spannungseinstellung nur derart erfolgen, dass die Ausgangsspannung UR gegenüber der Eingangsspannung UN reduziert, nicht jedoch erhöht wird.

[0045] Um eine Spannungserhöhung zu bewirken, kann der Vorrichtung 1 der Figur 1 beziehungsweise 2 ein Vorschalttransformator 19 vorgeordnet sein (Figur 4). Der Vorschalttransformator 19 wandelt die Netzspannung UN in eine höhere Spannung UT, die dann der Vorrichtung 1 als Eingangsspannung zur Verfügung gestellt wird.

[0046] Figur 5 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Diese Vorrichtung 1 umfasst zwei in Reihe geschaltete elektromagnetische Vorrichtungen 2a, 2b.

[0047] Die erste elektromagnetische Vorrichtung 2a weist einen der Vorrichtung 1 der Figur 1 entsprechenden Magnetkern 4 auf, das heißt der in Figur 5 nicht gesondert dargestellte Magnetkern 4 weist einen zentralen Ab-

schnitt und zwei seitlich angeordnete, parallel zum zentralen Abschnitt verlaufende äußere Abschnitte auf. Der zentrale Abschnitt des Magnetkerns 4 bildet wieder einen Steuermagnetkern 5 aus, auf welchem nunmehr zwei 5 Steuerspulen 20a, 20b vorgesehen sind. Die seitlichen Abschnitte bilden jeweils einen Leistungsmagnetkern 6a, 6b, wobei auf dem ersten Leistungsmagnetkern 6a zwei Leistungsspulen 21a, 21b und auch auf dem zweiten Leistungsmagnetkern 6b zwei Leistungsspulen 22a, 22b angeordnet sind.

[0048] Von den Leistungsspulen 21a, 21b beziehungsweise 22a, 22b auf jedem Magnetkern 4 ist jeweils eine mit einer nicht vom Netz galvanisch getrennten Wicklung ausgeführt. Die Leistungsspulen 21a, 21b beziehungsweise 22a, 22b auf jedem Leistungsmagnetkern 6a, 6b sind im Gegentaktbetrieb betrieben, das heißt sie weisen gleiche Wicklungszahlen auf und sind mit entgegengesetzten Strömen durchflossen. Weiterhin sind die Spulen anordnungen an beiden Leistungsmagnetkernen 6a, 6b zueinander im Gegentaktbetrieb betrieben, so dass durch diese keine Spannungen in den Steuerspulen 20a, 20b generiert werden. Die Steuerspulen 20a, 20b müssen nicht identisch ausgebildet sein und müssen insbesondere nicht den gleichen Wicklungssinn haben.

[0049] Die zweite elektromagnetische Vorrichtung 2b weist einen der ersten elektromagnetischen Vorrichtung 2a entsprechenden Aufbau auf. Demzufolge weist die elektromagnetische Vorrichtung 2b zwei Steuerspulen 23a, 23b auf einem Steuermagnetkern 5 auf, die den Steuerspulen 20a, 20b der ersten elektromagnetischen Vorrichtung 2a entsprechen. Weiterhin weist die elektromagnetische Vorrichtung 2b zwei Leistungsspulen 24a, 24b auf einem ersten Leistungsmagnetkern 6a auf, welche den Leistungsspulen 21a, 21b entsprechen. Schließt weist die elektromagnetische Vorrichtung 2b zwei Leistungsspulen 25a, 25b auf einem zweiten Leistungsmagnetkern 6b auf, welche den Leistungsspulen 22a, 22b entsprechen. Dabei ist der Aufbau der beiden elektromagnetischen Vorrichtungen 2a, 2b völlig identisch, jedoch müssen die Steuerspulen 20a, 20b und die Leistungsspulen 21a, 21b, 22a, 22b der ersten elektromagnetischen Vorrichtung 2a hinsichtlich ihrer Wicklungen nicht identisch mit den Wicklungen der entsprechenden Steuerspulen 23a, 23b und Leistungsspulen 24a, 24b sowie 25a, 25b ausgebildet sein.

[0050] Bei der Reihenanordnung der elektromagnetischen Vorrichtung 2a, 2b der Figur 5 wird die einzustellende Netzspannung als Eingangsspannung UN über eine Eingangsbeschaltung der ersten elektromagnetischen Vorrichtung 2a zugeführt. Die mit den beiden elektromagnetischen Vorrichtungen 2a, 2b eingestellte Ausgangsspannung UR steht am Ausgang der zweiten elektromagnetischen Vorrichtung 2b an.

[0051] Die beiden Paare der Steuerspulen 20a, 20b und 23a, 23b werden über eine oder zwei separate Einstelleinheiten angesteuert, wobei hierzu entsprechend der Ausführungsform gemäß Figur 1 die oder jede Einstelleinheit als Regeleinheit 3 ausgebildet ist.

[0052] Mit der oder jeder Einstelleinheit werden die Steuerspulen 20a, 20b der ersten elektromagnetischen Vorrichtung 2a auf eine feste Gleichspannung eingestellt. Weiterhin werden die Steuerspulen 23a, 23b auf eine geregelte Gleichspannungen entsprechend des Regelvorgangs zur Erzeugung der Ausgangsspannung UR auf den vorgegebenen Sollwert eingestellt.

[0053] Mit dieser Vorrichtung 1 kann eine Eingangsspannung UN nicht nur reduziert, sondern auch erhöht werden. Damit kann bei dieser Vorrichtung 1 ein Vorschalttransformator 19 entfallen.

[0054] Die Vorrichtung 1 gemäß Figur 5 dient zur Spannungseinstellung einer einphasigen Netzspannung oder einer Phase einer mehrphasigen Netzspannung. Dies bedeutet, dass zur Einstellung aller Phasen einer Netzspannung für jede Phase eine Vorrichtung 1 gemäß Figur 5 benötigt wird.

Bezugszeichenliste

[0055]

(1)	Vorrichtung
(2)	elektromagnetische Vorrichtung
25 (2a, 2b)	elektromagnetische Vorrichtung
(3)	Regeleinheit
(4)	Magnetkern
(5)	Steuermagnetkern
(6a, 6b)	Leistungsmagnetkern
30 (7)	Steuerspule
(8a)	Masseanschluss
(8b)	Spannungsanschluss
(9)	Anschluss
(10a, 10b)	Leistungsspule
35 (11)	Spannungseingang
(12)	Spannungsausgang
(13)	Verbraucher
(14)	Leitungsbrücke
(15)	Einheit
40 (16)	Schnittstelle
(18)	Nullleiter
(18a, 18b)	Referenz
(19)	Vorschalttransformator
(20a, 20b)	Steuerspule
45 (21a, 21b)	Leistungsspule
(22a, 22b)	Leistungsspule
(23a, 23b)	Steuerspule
(24a, 24b)	Leistungsspule
(25a, 25b)	Leistungsspule
50 (US)	Steuerspannung
(UN)	Eingangsspannung
(UR)	Ausgangsspannung

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Einstellung einer Spannung, mit

- wenigstens einer elektromagnetischen Vorrichtung (2), umfassend wenigstens eine erste Leistungsspule (10a) auf einem ersten Leistungsmagnetkern (6a), wobei auf die erste Leistungsspule (10a) eine Eingangsspannung (UN) geführt ist, wenigstens eine zweite Leistungsspule (10b) auf einem zweiten Leistungsmagnetkern (6b) wobei die zweite Leistungsspule (10b) auf einen Spannungsausgang (12) geführt ist, an welchem eine Ausgangsspannung (UR) anliegt, wenigstens eine Steuerspule (7) auf einem Steuermagnetkern (5), und mit wenigstens einer Einstelleinheit, welche an die Steuerspule (7) angeschlossen ist, wobei die Leistungsspulen (10a, 10b) so ausgebildet sind, dass durch diese keine Spannung an der Steuerspule (7) generiert wird, und wobei in der Einstelleinheit abhängig von einem Sollwert für die Ausgangsspannung (UR) ein Steuerstrom für die Steuerspule (7) generiert ist, wodurch eine Einstellung der Ausgangsspannung (UR) gegeben ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels dieser eine Einstellung einer Netzspannung erfolgt.
 3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstelleinheit ein Stromsteller oder eine Regeleinheit (3) ist.
 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Leistungsspulen (10a, 10b) in einer Gegentaktschaltung betrieben sind.
 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Leistungsmagnetkerne (6a, 6b) und der Steuermagnetkern (5) Bestandteil eines geschlossenen Magnetkerns (4) sind.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnetkern (4) drei parallel verlaufende Schenkel aufweist, wobei der mittlere Schenkel den Steuermagnetkern (5) und die äußeren Schenkel die Leistungsmagnetkerne (6a, 6b) bilden.
 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektromagnetischen Vorrichtung (2) ein Vorschalttransformator (19) vorgeordnet ist, mittels dessen die Eingangsspannung erhöht ist.
 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Phase einer Eingangsspannung eine elektromagnetische Vorrichtung (2) mit einer zugeordneten Einstelleinheit vorgesehen ist.
 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei in Reihe geschaltete elektromagnetische Vorrichtungen (2a, 2b) vorgesehen sind, wobei in der ersten und/oder zweiten elektromagnetischen Vorrichtung (2a, 2b) an Einstellmittel angeschlossene Steuerspulen (7) zur Einstellung der Ausgangsspannung (UR) vorgesehen sind, und wobei die Ausgangsspannungen (UR) an der zweiten elektromagnetischen Vorrichtung (2b) ausgegeben wird.
 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede elektromagnetische Vorrichtung (2a, 2b) zwei Paare von Leistungsspulen (21a, 21b, 22a, 22b bzw. 24a, 24b, 25a, 25b) und ein Paar Steuerspulen (20a, 20b bzw. 23a, 23b) aufweist.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsspulen (21a, 21b, 22a, 22b bzw. 24a, 24b, 25a, 25b) jedes Paares im Gegentaktbetrieb betrieben sind.
 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Steuerspule (7) der ersten elektromagnetischen Vorrichtung (2a) eine konstante Spannung vorgegeben ist, und dass mit den Steuerspulen (7) der zweiten elektromagnetischen Vorrichtung (2b) eine einstellbare Spannung generiert wird.
 13. Verfahren zur Einstellung einer Spannung, mit wenigstens einer elektromagnetischen Vorrichtung (2a), umfassend wenigstens eine erste Leistungsspule (10a) auf einem ersten Leistungsmagnetkern (6a) wobei auf die erste Leistungsspule (10a) eine Eingangsspannung (UN) geführt wird, wenigstens eine zweite Leistungsspule (10b) auf einem zweiten Leistungsmagnetkern (6b), wobei die zweite Leistungsspule (10b) auf einen Spannungsausgang (12) geführt wird, an welchem eine Ausgangsspannung (UR) anliegt, wenigstens eine Steuerspule (7) auf einem Steuermagnetkern (5), und mit wenigstens einer Einstelleinheit, welche an die Steuerspule (7) angeschlossen ist, wobei die Leistungsspulen (10a, 10b) so ausgebildet sind, dass durch diese keine Spannung an der Steuerspule (7) generiert wird, und wobei in der Einstelleinheit abhängig von einem Sollwert für die Ausgangsspannung (UR) ein Steuerstrom für die Steuerspule (7) generiert wird, wodurch eine Einstellung der Ausgangsspannung (UR) durchgeführt wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Einstelleinheit nur eine Absenkung der Ausgangsspannung (UR) gegenüber der Eingangsspannung (UN) bewirkt wird.
 15. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass zwei in Reihe geschaltete elektromagnetische Vorrichtungen (2a, 2b) vorgesehen sind, wobei auf die die Leitungsspulen (21a, 21b, 22a, 22b) der ersten elektromagnetischen Vorrichtung (2a) die Eingangsspannung (UN) geführt wird, wobei in der ersten und/oder zweiten elektromagnetischen Vorrichtung (2b) an Einstellmittel angeschlossene Steuerspulen (7) zur Einstellung der Ausgangsspannung (UR) vorgesehen sind, wobei durch die Einstellmittel die Ausgangsspannung (UR) gegenüber der Eingangsspannung (UN) erhöht oder reduziert wird, und wobei die Ausgangsspannung (UR) an der zweiten elektromagnetischen Vorrichtung (2b) ausgegeben wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

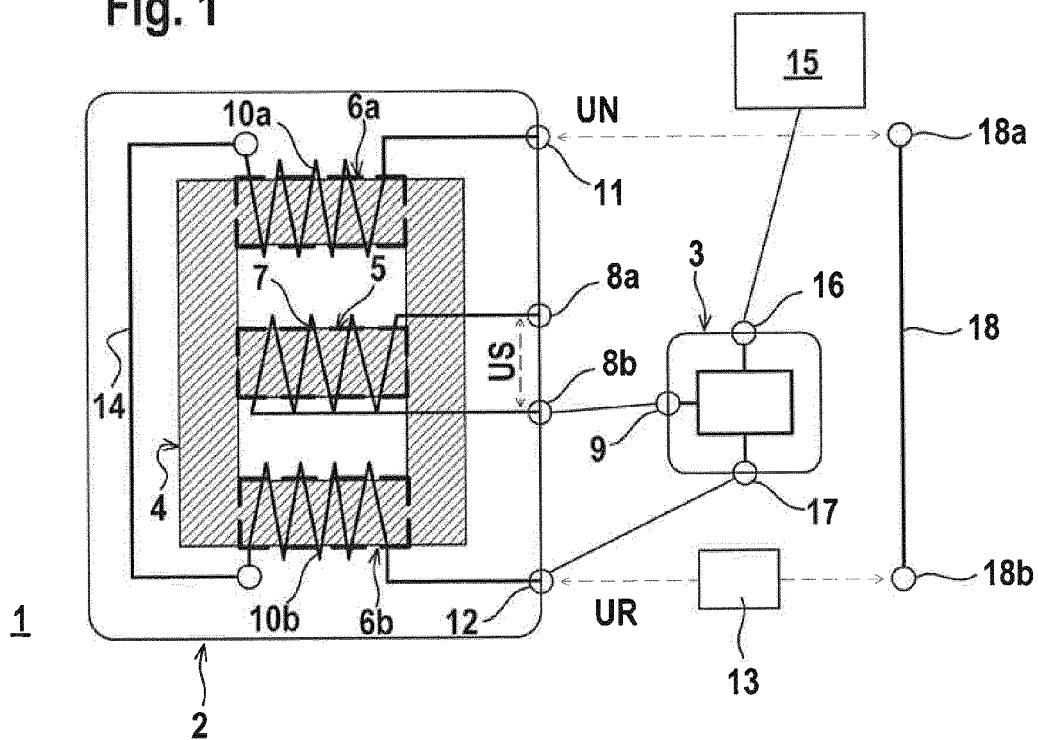


Fig. 2

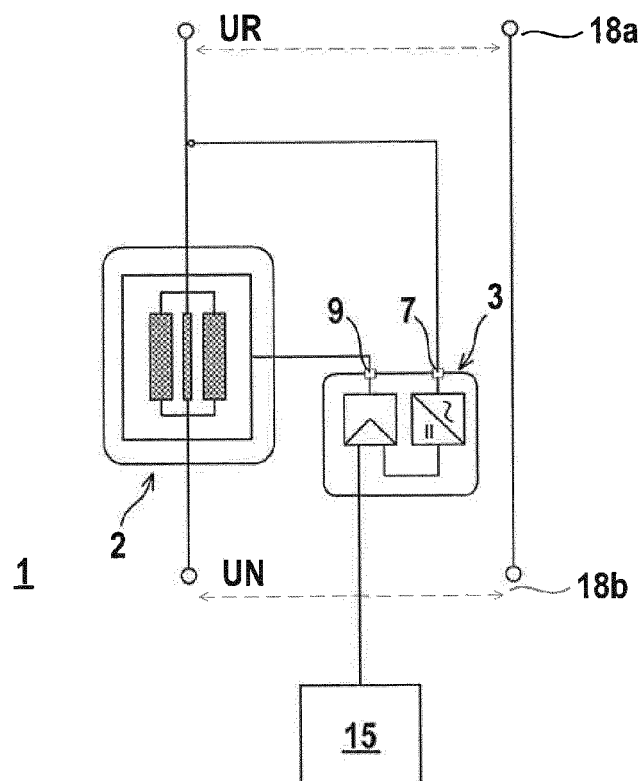


Fig. 3

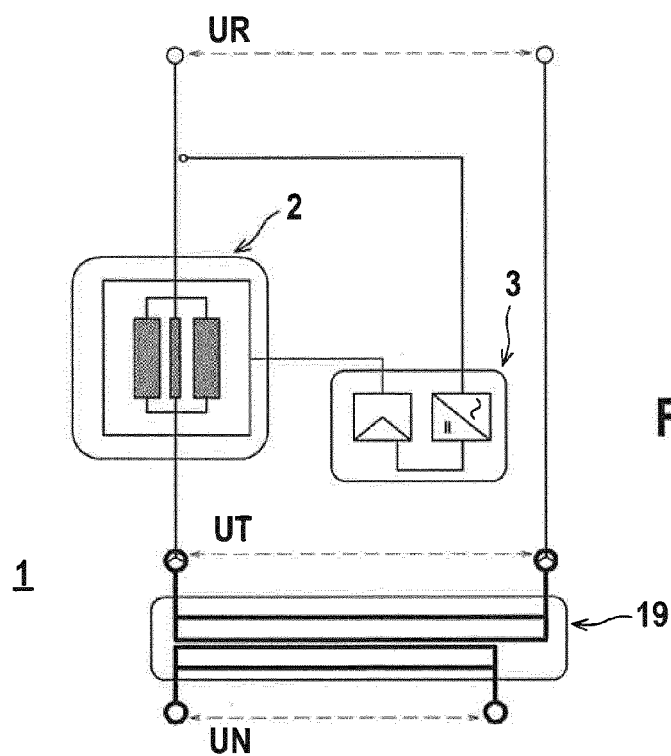
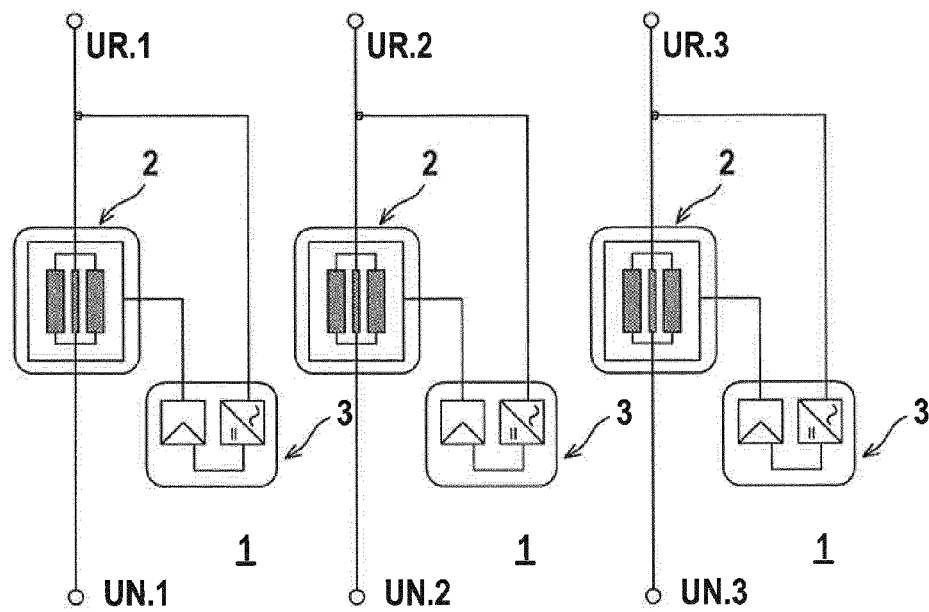


Fig. 4

Fig. 5

