

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Dezember 2012 (27.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/175332 A1

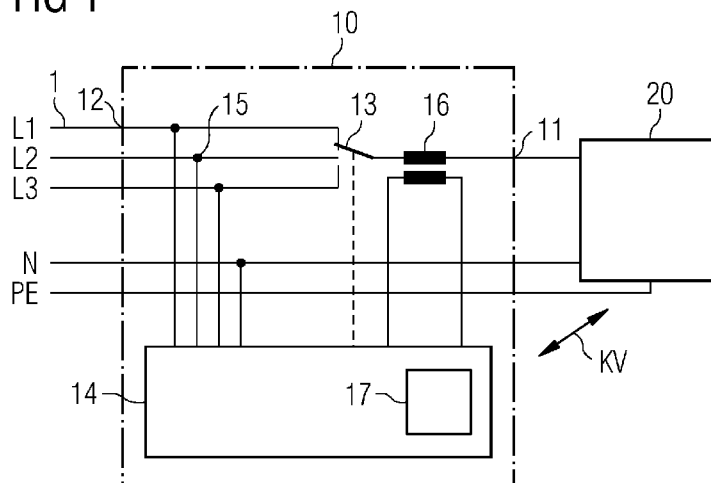
- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02J 3/26 (2006.01) *H02J 3/50* (2006.01)
H02J 3/46 (2006.01) *H01H 47/22* (2006.01)
H02J 3/48 (2006.01) *G01R 29/16* (2006.01)
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/060610
- (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Juni 2012 (05.06.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102011078047.5 24. Juni 2011 (24.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHÄFER, Jochen [DE/DE]; Kobergerstr. 54, 90408 Nürnberg (DE). NIELEBOCK, Sebastian [DE/DE]; In der Hut 50, 91083 Baiersdorf (DE). WEYDANZ, Wolfgang [DE/DE]; Am Alten Weiher 8, 91054 Buckenhof (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR CONTROLLING THE LOAD OF THE PHASES OF A THREE-PHASE ENERGY NETWORK

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER BELASTUNG DER PHASEN EINES DREIPHASIGEN ENERGIENETZES

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a device (10) for controlling the load of the phases of a three-phase energy network (1), in particular a low-voltage network. The device comprises a first terminal (11) for connecting an electrical component (20), by means of which the component (20) can draw current from or feed current into the three-phase energy network. The device also comprises a second terminal (12) for connection to the external conductors (L1, L2, L3) of the three-phase energy network. The first terminal (11) can be selectively connected to one of the external conductors (L1, L2, L3) by means of a controllable switch element (13), depending on a respective load of the external conductors (L1, L2, L3) of the three-phase energy network (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/175332 A1



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung beschreibt eine Vorrichtung (10) zur Steuerung der Belastung der Phasen eines dreiphasigen Energienetzes (1), insbesondere eines Niederspannungsnetzes. Die Vorrichtung umfasst einen ersten Anschluss (11) für den Anschluss einer elektrischen Komponente (20), über den die Komponente (20) Strom aus dem dreiphasigen Energienetz beziehen oder in dieses einspeisen kann. Ferner umfasst die Vorrichtung einen zweiten Anschluss (12) für den Anschluss an die Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes. Über ein steuerbares Schaltelement (13) ist der erste Anschluss (11) in Abhängigkeit einer jeweiligen Belastung der Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes (1) selektiv mit einem der Außenleiter (L1, L2, L3) verbindbar.

Beschreibung

Vorrichtung zur Steuerung der Belastung der Phasen eines dreiphasigen Energienetzes

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung der Belastung der Phasen eines dreiphasigen Energienetzes, insbesondere eines Niederspannungsnetzes.

10

Die Erzeugung von Energie in elektrischen Energienetzen beruht heutzutage zunehmend auf einer Vielzahl von dezentralen Energieerzeugungseinheiten in der Form von Generatoranlagen kleiner und mittlerer Größe, wie z. B. Photovoltaik-Anlagen, Windturbinen und andere dezentrale und erneuerbare Energieerzeugungsanlagen. Die Anzahl dieser Energieerzeugungseinheiten nimmt kontinuierlich zu, wobei die von den Energieversorgungseinheiten erzeugte Energie in das Energienetz eingespeist wird.

15

20

Als Energieverbraucher sind z. B. Wärmepumpen, Kompressionskälteanlagen oder Ladegeräte für Elektrofahrzeuge an das Energienetz angeschlossen. Vor allem aus Kostengründen werden sowohl die Energieerzeugungseinheiten als auch die Energieverbraucher mit Leistungen von bis zu 3kW einphasig ausgebildet. Der Anschluss einphasiger Energieerzeugungseinheiten und Energieverbraucher an ein dreiphasiges Energienetz kann zu einer unsymmetrischen Belastung des Energienetzes führen. Je größer die Anzahl der einphasig angeschlossenen Energieerzeugungseinheiten und Energieverbraucher ist, desto stärker kann die Belastung in den Phasen des Energienetzes zunehmen.

25

30

Aus der unterschiedlichen Belastung der Phasen, d.h. der Außenleiter des Energienetzes, können Fehler von an das Energienetz angeschlossenen elektrischen Komponenten auftreten.

35

Hierzu zählen beispielsweise die Sättigung von Transformatoren, die Überlastung von Kabelverbindungen und die Abschaltung einzelner Komponenten durch eine Toleranzbandüberschreitung der Netzspannung. Um Phasenunsymmetrien zu vermeiden,

ist der koordinierte Anschluss von Energieerzeugungseinheiten und Energieverbrauchern hinsichtlich einer gleichen Verteilung der in die einzelnen Phasen eingespeisten und bezogenen Leistung erforderlich.

5

Aus der WO 2009/040140 A1 ist ein Energienetz mit einer Mehrzahl von Energieverbrauchs- und/oder Energieerzeugungseinheiten bekannt, welchen jeweils zumindest ein Agent zugeordnet ist, wobei die Agenten derart miteinander vernetzt sind, dass jeder Agent mit anderen Agenten im Energienetz kommunizieren kann. Jeder Wechsel der Leistungsabgabe oder Leistungsaufnahme setzt einen Handelsakt voraus, wodurch große Balancefehler vermieden werden. Zwischen Erzeugern und Verbrauchern werden Stromabnahmeverträge verschiedenster Art geschlossen. Das Energienetz ist derart ausgestaltet, dass die Verteilung der elektrischen Energie im Energienetz zumindest teilweise basierend auf zwischen den Agenten ausgehandelten monetären Transaktionen erfolgt. Eine Verteilung der Energie wird basierend auf Marktmechanismen von Angebot und Nachfrage an Energie erreicht. Um die Spannung und die Frequenz in dem Energienetz stabil zu halten werden Energieausgleichs-Anlagen eingesetzt. Um die Verwendung solcher Energieausgleichs-Anlagen möglichst zu reduzieren, werden ungleichmäßige Energieverteilungen identifiziert.

25

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung anzugeben, durch die eine verbesserte Steuerung der Belastung der Phasen eines dreiphasigen Energienetzes ermöglicht wird. Es ist weiter Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein dreiphasiges Energienetz anzugeben, welches eine möglichst gleichmäßige Belastung der Phasen erlaubt. Schließlich ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Belastung der Phasen des dreiphasigen Energienetzes gesteuert werden kann.

35

Diese Aufgaben werden gelöst durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1, ein dreiphasiges Energienetz gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 14 und ein Ver-

fahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 15. Vorteil-
hafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patent-
ansprüchen.

5 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung der Belastung
der Phasen eines dreiphasigen Energienetzes, insbesondere ei-
nes Niederspannungsnetzes, umfasst einen ersten Anschluss für
den Anschluss einer elektrischen Komponente, über den die
Komponente Strom aus dem dreiphasigen Energienetz beziehen
10 oder in dieses einspeisen kann, sowie einen zweiten Anschluss
an Außenleiter des dreiphasigen Energienetzes. Weiter umfasst
die Vorrichtung ein steuerbares Schaltelement, das den ersten
Anschluss in Abhängigkeit einer jeweiligen Belastung der Au-
ßenleiter des dreiphasigen Energienetzes selektiv mit einem
15 der Außenleiter verbindet.

In einem dreiphasigen Energienetz gemäß der Erfindung, insbe-
sondere einem Niederspannungsnetz ist zumindest eine elektri-
sche Komponente über eine erfindungsgemäße Vorrichtung an die
20 Außenleiter des dreiphasigen Energienetzes angeschlossen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung der Belas-
tung der Phasen des dreiphasigen Energienetzes der oben be-
schriebenen Art verbindet das steuerbare Schaltelement den
25 ersten Anschluss in Abhängigkeit einer jeweiligen Belastung
der Außenleiter des dreiphasigen Energienetzes selektiv mit
einem Außenleiter.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient dazu, die von einer
30 Komponente aus dem dreiphasigen Energienetz bezogene Energie
oder in dieser eingespeisten Energie selektiv mit einem be-
stimmten Außenleiter des dreiphasigen Energienetzes zu ver-
binden, so dass eine bestehende Phasenunsymmetrie reduziert
werden kann. Je mehr elektrische Komponenten mit einer sol-
chen erfindungsgemäßen Vorrichtung an das dreiphasige Ener-
35 gienetz gekoppelt sind, desto stärker lassen sich Phasenun-
symmetrien reduzieren. Die erfindungsgemäße Vorrichtung er-

möglichst damit eine Gleichverteilung der Energie auf die unterschiedlichen Außenleiter des Energienetzes.

Es ist insbesondere vorteilhaft, wenn das steuerbare Schaltelement den ersten Anschluss in Abhängigkeit eines durch eine
5 Steuereinheit erzeugten Steuersignals selektiv derart mit einem der Außenleiter des dreiphasigen Energienetzes verbindet, dass bei einem Strombezug der Komponente eine Verbindung zu dem Außenleiter herstellbar ist, der die größte Spannung gegenüber einem Neutralleiter des Energienetzes aufweist, oder
10 bei einer Stromeinspeisung der Komponente eine Verbindung zu demjenigen Außenleiter herstellbar ist, der die kleinste Spannung gegenüber dem Neutralleiter aufweist. Hierdurch kann sicher gestellt werden, dass durch eine Energieerzeugungseinheit die von ihr erzeugte Energie nicht in einen solchen Außenleiter
15 eingespeist wird, der bereits die größte Belastung, d.h. die größte Spannung gegenüber dem Neutralleiter des Energienetzes aufweist. Umgekehrt sorgt die Vorrichtung dafür, dass eine Energieentnahme nicht aus demjenigen Außenleiter erfolgt, welche die kleinste Spannung bzw. Belastung zu
20 dem Neutralleiter aufweist.

Zweckmäßiger Weise umfasst die Vorrichtung eine Spannungsmesseinrichtung, welche zur Ermittlung einer jeweiligen Spannung des Außenleiters gegenüber dem Neutralleiter ausgebildet
25 ist, welche der Steuereinheit zur Erzeugung des Steuersignals zuführbar ist. Über eine solche lokale Spannungsmesseinrichtung kann die erfindungsgemäße Vorrichtung die an ihr angeschlossene elektrische Komponente selbsttätig mit dem geeigneten Außenleiter des dreiphasigen Energienetzes verbinden.
30

Es ist weiter vorgesehen, dass die Vorrichtung auch eine Strommesseinrichtung zur Messung des Stroms an einem Anschluss (Phase oder Neutralleiter) umfasst, mit der detektierbar
35 ist, ob die Komponente eine Energieverbrauchs- oder eine Energieerzeugungseinheit ist. Der Strom kann wahlweise an einem Neutralleiter oder einer Phase, d.h. einem Außenleiter, gemessen werden. Die Strommesseinrichtung kann auf Sei-

ten des ersten oder des zweiten Anschlusses vorgesehen sein. In diesem Zusammenhang ist es zweckmäßig, wenn die Steuereinheit dazu ausgebildet ist, den gemessenen Strom mit einem Schwellwert zu vergleichen, wobei das Steuersignal zur Um-

5 schaltung der Phase dann erzeugt wird, wenn der gemessene Strom unterhalb des Schwellwerts ist. Hierdurch wird insbesondere ein lastarmes bzw. lastfreies Umschalten der Phase durch die Vorrichtung ermöglicht. Wie hoch der Schwellwert ist, hängt im Wesentlichen von der an die Vorrichtung ange-

10 schlossenen elektrischen Komponente ab.

Es ist weiterhin bevorzugt, wenn in der Steuereinheit eine Hysteresekurve für die Spannung für die Umschaltung einer Phase hinterlegt ist. Die Hysteresekurve sorgt dafür, dass

15 nicht jedes Unterschreiten des Schwellwerts bei einer detektierten Phasenunsymmetrie zu einem Umschalten der Phase, d.h. des Außenleiters, führt. Hierdurch kann die Anzahl der Umschaltvorgänge reduziert werden, wodurch der Betrieb der angeschlossenen elektrischen Komponente weniger stark beeinträchtigt wird. Insbesondere wird dadurch die Zeitdauer ver-

20 längert, in der eine als Energieerzeugungseinheit ausgebildete elektrische Komponente Strom in das dreiphasige Energienetz einspeisen kann. Hierdurch können entsprechende Erträge für eine Stromeinspeisung optimiert werden.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Vorrichtung eine Kommunikationseinheit zum Datenaustausch mit einer Kommunikationseinheit der elektrischen Komponente auf. Hierdurch kann bei sogenannten netzgeführten Komponenten, bei

30 denen die Frequenzen der Komponente und des Energienetzes aneinander angeglichen sein müssen, die Zeit der Netztrennung für eine Umschaltung der Phase bzw. des Außenleiters in Folge einer Kommunikation berücksichtigt werden. Insbesondere kann eine bevorstehende Umschaltung auf einen anderen Außenleiter

35 der Komponente gegenüber angekündigt werden, so dass die Komponente entsprechende Maßnahmen für eine Umschaltung ergreifen kann.

In einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, das Steuersignal in Abhängigkeit einer Information einer übergeordneten Steuerung zu erzeugen, welche Kenntnis über Leistungsflüsse in dem Energienetz hat.

5 Hierdurch kann bei netzgeführten Komponenten eine möglichst hohe Betriebsstundenzahl ohne Phasenwechsel ermöglicht werden. Ein jeweiliger Wechsel des Außenleiters würde bei netzgeführten Komponenten eine Synchronisierung der Komponente auf die Frequenz des Energienetzes erfordern. Da jede erneute

10 Synchronisierung mehrere Sekunden dauern kann, steht diese Zeit nicht für den eigentlichen Betrieb der elektrischen Komponente zur Verfügung. Eine hierzu vorzugsweise eingesetzte übergeordnete Steuerung kann beispielsweise auf einem Agentenbasierten Handelsmechanismus, wie dieser in der WO

15 2009/040140 A1 beschrieben ist, basieren. Der Inhalt dieser Schrift wird durch Bezugnahme vollständig in die vorliegende Offenbarung aufgenommen.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Komponente über zwei mit ihren Gleichspannungskreisen gekoppelte Umrichter der Vorrichtung mit dem dreiphasigen Energienetz koppelbar. Hierdurch wird der Vorteil erzielt, dass als Komponenten nicht nur einphasige elektrische Komponenten an das dreiphasige Energienetz angeschlossen werden können, sondern

25 auch dreiphasige, elektrische Komponenten. Mittels der Umrichter kann gesteuert werden, welche der Außenleiter während des Betriebs des Energienetzes belastet oder entlastet werden. Die beiden miteinander gekoppelten Umrichter ermöglichen eine variable phasenspezifische Leistungseinspeisung bzw.

30 -entnahme. Insbesondere ist bei dieser Ausgestaltung eine Abschaltung einer einphasigen elektrischen Komponente während einer Phasen- bzw. Außenleiterumschaltung nicht erforderlich. Eine derartige Umrichteranordnung ermöglicht auch die Vorgabe eines $\cos\phi$ des netzseitig angeschlossenen Umrichters über eine

35 entsprechende Regelung. Über eine Variation des $\cos\phi$ wird das Verhältnis zwischen Wirk- und Blindleistung vorgegeben. In bestehenden Energienetzen gibt es meist durch induktive Lasten entsprechende Blindströme, die das Netz unnötig be-

lasten. Mit einem Umrichter könnte dementsprechend kapazitive Blindleistung zur Kompensation zur Verfügung gestellt, und optional entsprechend vergütet, werden. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der Variation der Spannung am Einspeisepunkt, d.h. wird eine Energieerzeugungseinheit (z. B. eine Photovoltaik-Anlage) an das Energienetz angeschlossen, welche entsprechend Energie ins Energienetz einspeist, erhöht sich die Spannung am Einspeisepunkt. Durch gleichzeitige Entnahme von Blindleistung aus dem Energienetz kann die Spannung wieder reduziert werden.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Energieerzeugungseinheiten und Energieverbrauchseinheiten mit anderen Anschlussparametern hinsichtlich Frequenz und Spannung zu betreiben. Beispielsweise können elektrische Komponenten, die für ein 50 Hz/400 V Energienetz ausgelegt sind, auch an einem 60 Hz/110 V Energienetz angeschlossen werden. Die Umrichteranordnung ermöglicht damit eine höhere Flexibilität hinsichtlich der Netzanschlussparameter (Frequenz und Spannung) sowie die Möglichkeit aus den einzelnen Außenleitern unterschiedliche Ströme zu beziehen bzw. einzuspeisen. Schließlich kann eine Blindleistungskompensation erfolgen.

In einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, das Steuersignal in Abhängigkeit einer Information eines der Vorrichtung zugeordneten Agenten zu erzeugen, wobei der Agent mit anderen Agenten in dem Energienetz kommunizieren kann, und wobei das Energienetz derart ausgestaltet ist, dass die Verteilung der Energie im Energienetz phasenspezifisch zumindest teilweise basierend auf zwischen den Agenten ausgehandelten monetären Transaktionen erfolgt. Die Wahl, in welchen der Außenleiter Energie eingespeist oder aus welchem der Außenleiter Energie bezogen wird, erfolgt bei dieser Ausgestaltungsvariante nicht willkürlich, sondern über einen phasenspezifischen Handel. Im Rahmen dieses Agentenbasierten Handels werden Informationen über die spezifischen Phasenbelastungen im gesamten Energienetz gesammelt und berücksichtigt. Die Informationen können entweder

durch entsprechende Einheiten der jeweiligen Komponenten oder eine übergeordnete Mess-Sensorik bereitgestellt werden. Durch die Koordination von Energieerzeugungs- und Energieverbrauchseinheiten, die zur phasenspezifischen Leistungsaufnahme bzw. Einspeisung befähigt sind, werden die durch Phasenasymmetrie verursachten Probleme in dem Energienetz reduziert. Durch den Agentenbasierten Handelsmechanismus wird eine Problemlösung über Marktpreise sichergestellt. Technische Maßnahmen werden somit bei denjenigen Komponenten getroffen, wo sie ökonomisch sinnvoll sind.

Die Erfindung wird nachfolgend näher anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

20

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung der Belastung der Phasen eines Energienetzes ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 10 gekennzeichnet. Die Vorrichtung 10 (nachfolgend auch als Steuereinrichtung bezeichnet) ist einerseits an ein dreiphasiges Energienetz 1 und andererseits an eine einphasige elektrische Komponente 20 angeschlossen. Das dreiphasige Energienetz 1 umfasst drei Außenleiter L1, L2, L3 sowie einen Neutralleiter N und einen Schutzleiter PE. Bei dem Energienetz 1 handelt es sich bevorzugt um ein Niederspannungsnetz, d.h. ein Energienetz, in dem die Spannung zwischen einem der Außenleiter L1, L2, L3 und dem Neutralleiter beispielsweise 400 V beträgt. Die elektrische Komponente 20 ist dabei mit einem ersten Anschluss 11 mit der Steuervorrichtung 10 verbunden. Über diesen ist die elektrische Komponente 20 mit dem Schutzleiter PE, dem Neutralleiter N und einer Phase des dreiphasigen Energienetzes gekoppelt. Über einen zweiten Anschluss 12 ist die Steuervorrichtung 10 mit dem dreiphasigen Energienetz 1 gekoppelt. Dabei ist die Steuervorrichtung 10

über diesen mit den drei Außenleitern L1, L2, L3, dem Neut-
ralleiter N und dem Schutzleiter PE verbunden.

Die elektrische Komponente 20 ist eine einphasige Energie-
5 verbrauchs- oder Energieerzeugungseinheit, die über die Steu-
ervorrichtung 10 an das dreiphasige Energienetz 1 angebunden
ist. Energieerzeugungseinheiten sind beispielsweise Photovol-
taikanlagen, Windturbinen, Stirling-Motoren sowie sogenannte
10 CHP-Anlagen (CHP = Combined Heat and Power). CHP-Anlagen kön-
nen Energie, z. B. basierend auf der Verbrennung von Diesel
bzw. basierend auf der Verbrennung von Wasserstoff oder Koh-
lenwasserstoffen in Brennstoffzellen generieren. Energie-
verbrauchseinheiten sind insbesondere private Haushalte, ge-
werbliche Verbraucher (wie Bürogebäude, öffentliche Bäder und
15 dergleichen) sowie industrielle Verbraucher. Gegebenfalls
kann die elektrische Komponente auch eine kombinierte Ener-
gieverbrauchs- und Energieerzeugungseinheit sein, welche so-
wohl Energie verbraucht als auch (überschüssige) erzeugte
Energie in dem Energienetz bereit stellt.

20 Speicher in Netzen können Energie speichern oder puffern.
Batterien oder generell elektrische Energiespeicher können
dabei sowohl als Verbraucher als auch als Energieerzeuger
dienen. Sie übernehmen je nach Anwendungsszenario oder Netz-
25 zustand beide Rollen.

Im Idealfall liegt in dem dreiphasigen Energienetz 1 eine
symmetrische Belastung der drei Außenleiter L1, L2, L3 bzw.
Phasen gegenüber dem Neutraleiter N vor. Dies bedeutet, im
30 Idealfall ist die zwischen einem jeweiligen Außenleiter L1,
L2, L3 und dem Neutraleiter N anliegende Spannung gleich
groß. Eine ungleichmäßige Spannungsverteilung wird als Pha-
senasymmetrie bezeichnet, welche durch eine (stark) unter-
schiedliche Belastung der drei Phasen des Energienetzes ge-
35 kennzeichnet ist. Mögliche, durch eine solche Phasenasymmet-
rie hervorgerufene, Fehler sind beispielsweise die Sättigung
von Verteilnetztransformatoren des Energienetzes, die Über-
lastung von Kabelverbindungen und die Abschaltung einzelner

Komponenten durch eine Toleranzband-Überschreitung der zwischen einem der Außenleiter L1, L2, L3 und dem Neutralleiter N herrschenden Spannung.

5 Um eine solche Phasenasymmetrie nicht auftreten zu lassen oder eine existierende Phasenasymmetrie zu reduzieren, umfasst die Steuervorrichtung 10 ein steuerbares Schaltelement 13. Weiterhin umfasst die Steuervorrichtung 10 eine Steuer-
einheit 14, eine Spannungsmesseinrichtung 15, eine Strommess-
10 einrichtung 16 sowie eine optionale Kommunikationseinrichtungseinheit 17. Mittels der Spannungsmesseinrichtung 15 erfolgt eine Spannungsmessung eines jeweiligen Außenleiters L1, L2, L3 gegenüber dem Neutralleiter N zur Ermittlung der jeweiligen Phasenspannungen. Die Spannungsmessung erfolgt dem-
15 gemäß auf der dem zweiten Anschluss 12 zugewandten Seite des Schaltelements 13. Die Strommesseinrichtung ist zwischen dem Schaltelement 13 und der elektrischen Komponente 20 vorgesehen und erfasst den von der elektrischen Komponente erzeugten und in das Energienetz 1 eingespeisten oder den aus dem Ener-
20 gienetz 1 bezogenen Strom. Alternativ kann die Strommesseinrichtung auch im Neutralleiter vorgesehen sein. Anhand der von der Spannungs- und/oder Strommesseinrichtungen 15, 16 ermittelten Größen erfolgt eine Steuerung der Schaltstellung des Schaltelements 13.

25

In einer alternativen Variante könnte die Messung der Phasenspannungen, d.h. der Spannung eines jeweiligen Außenleiters L1, L2, L3 gegenüber dem Neutralleiter N und/oder eine Erfassung der jeweiligen Phasenströme, d.h. der in einem jeweiligen
30 Außenleiter L1 fließenden Ströme, auch außerhalb der Steuervorrichtung 10 erfolgen. In diesem Fall können die Messwerte der Steuervorrichtung von den externen Messeinrichtungen zur Verfügung gestellt werden.

35 Anhand der ermittelten Messgrößen kann eine (lokale) Belastung der jeweiligen Außenleiter L1, L2, L3 des Energienetzes ermittelt werden. In Abhängigkeit der Belastung der Außenleiter L1, L2, L3 wird ein Steuersignal für das Schaltelement 13

durch die Steuereinheit 14 erzeugt, welches die elektrische Komponente 20 selektiv mit einem der Außenleiter L1, L2, L3 verbindet.

5 Ist die elektrische Komponente eine Energieerzeugungseinheit, so erfolgt die Verbindung mit demjenigen Außenleiter L1, L2, L3, welcher die kleinste Spannung gegenüber dem Neutralleiter N aufweist. Bezieht die elektrische Komponente 20 Strom aus dem dreiphasigen Energienetz 1, so wird die elektrische Kom-
10 ponente 20 mit demjenigen Außenleiter L1, L2, L3 verbunden, welcher die größte Spannung gegenüber dem Neutralleiter N des Energienetzes aufweist. Ob die elektrische Komponente 20 mit dem Außenleiter mit der höchsten Spannung oder dem Außenleiter mit der niedrigsten Spannung verbunden werden muss, kann
15 anhand der Detektion der Stromrichtung ermittelt werden. Hierdurch kann eine Steuerung der Belastung der Phasen des dreiphasigen Energienetzes 1 erfolgen. Präventiv können somit Phasenasymmetrien vermieden werden. Bestehen bereits Phasenasymmetrien in dem dreiphasigen Energienetz, so können diese
20 mittels der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung verringert werden. Dabei ist der Effekt umso größer, je größer die Anzahl der über eine jeweilige erfindungsgemäße Steuervorrichtung angeschlossenen Komponenten 20 ist.

25 Prinzipiell ist ein Wechsel der Phase während des Betriebs der elektrischen Komponente 20 möglich. Hierbei ist es zweckmäßig, den Phasenwechsel in Abhängigkeit eines durch die Strommesseinrichtung 16 detektierten Stroms vorzunehmen. Insbesondere sollte eine Umschaltung der Phase lediglich dann
30 erfolgen, wenn der in das Energienetz 1 eingespeiste oder aus dem Energienetz 1 entnommene Strom unterhalb einer vorgegebenen Schwelle liegt. Hierdurch kann ein lastarmes bzw. lastfreies Schalten ermöglicht werden. Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn in der Steuereinheit 14 eine Hysteresekurve für
35 die Spannung hinterlegt ist. Die Hysterese wird für das Umschaltkriterium der Netzspannung gewählt, um ggf. eine Sperrung des Phasenwechsels für eine definierte Zeit nach dem Umschalten festzulegen. Ansonsten könnte die Situation eintre-

ten, dass eine Energieerzeugende Komponente, z. B. eine PV-Anlage, nach dem Einschalten die Spannung so weit anhebt, dass sofort die Phase wieder gewechselt würde. Hierdurch können - sofern die Phasenasymmetrie um das Umschaltkriterium herum pendelt - übermäßig häufige Phasenwechsel vermieden werden.

Die Strommessung dient primär der Detektion, ob die Komponente ein Energieerzeuger oder ein Energieverbraucher ist. Diese Information wird für die Wahl der „richtigen“ Phase herangezogen, wie nachfolgendes Beispiel illustriert. In eine Haushaltssteckdose können unterschiedliche Verbraucher eingesteckt werden, wobei die Strommessung zur Freigabe des Phasenwechsels verwendet.

1. Als Komponente 20 wird ein Wasserkocher in die Steckdose eingesteckt.
2. Die als Umschalter dienende Steuervorrichtung 10 schaltet auf die Phase mit der niedrigsten Spannung.
3. Die Komponente 20 wird als Energieverbraucher erkannt.
4. Es erfolgt ein erneuter Phasenwechsel auf die Phase mit der höchsten Spannung.
5. Schaltet sich der Wasserkocher ab (Stromfluss $\approx 0A$) wird das Umschalten auf eine andere Phase wieder freigegeben.
6. Der Umschalter schaltet sich z. B. auf die Phase mit der aktuell höchsten Spannung und wartet auf einen Stromfluss.
7. Sollte der Wasserkocher erneut eingeschaltet werden oder ein anderer Energieverbraucher an die Steckdose angeschlossen werden, ist die Phase richtig gewählt, ansonsten erfolgt der Phasenwechsel und es wird ein Erzeuger als letzte Komponente gespeichert.

In diesem Beispiel wird die Information der zuletzt betriebenen Komponenten für aktuelle Schalterstellung herangezogen.

Insbesondere ist es zweckmäßig, wenn der Wechsel eines Außenleiters in Abhängigkeit eines aktuellen Wirkungsgrades der elektrischen Komponente 20 vorgenommen wird. Wird die elektrische Komponente 20 beispielsweise mit einem hohen Wirkungs-

grad betrieben, so ist ein Phasenwechsel unter Umständen nicht zweckmäßig. Zu Zeiten, zu denen die elektrische Komponente 20 jedoch mit geringem Wirkungsgrad betrieben wird, kann ein Phasenwechsel problemlos durchgeführt werden. Hierzu ist es vorteilhaft, wenn ein Schwellwert für den Wirkungsgrad in der Steuervorrichtung hinterlegt ist. Es versteht sich, dass in dieser Ausgestaltungsvariante die Steuervorrichtung 14 über entsprechende Mittel verfügt, welche entweder den Wirkungsgrad der elektrischen Komponente ermitteln oder die Steuervorrichtung eine entsprechende Information erhält. Die Information kann dabei über eine Kommunikationsverbindung KV einer Kommunikationseinrichtung von der elektrischen Komponente 20 an die Kommunikationseinheit 17 der Steuervorrichtung 14 übermittelt werden. Ebenso kann die Wirkungsgradinformation von einer übergeordneten Instanz der Steuereinheit 14 zur Verfügung gestellt sein.

In einer Alternative kann vorgesehen sein, eine Phasenumschaltung während eines Stand-By-Betriebs der elektrischen Komponente vorzunehmen. Zwar hat eine Phasenumschaltung während eines Stand-By-Betriebs der elektrischen Komponente keine unmittelbare Auswirkung auf eine eventuelle Phasenunsymmetrie in dem dreiphasigen Energienetz. Hierdurch kann jedoch präventiv bereits für ein späteres Anschalten der elektrischen Komponente diese mit der geeigneten Phase bzw. dem geeigneten Außenleiter verbunden werden.

Es ist weiterhin zweckmäßig, bei einem Phasenwechsel die Trägheit von Energienetz und elektrischer Komponente zu berücksichtigen. Dies bedeutet, der Wechsel der Einspeisung von einem Außenleiter zu einem anderen Außenleiter erfolgt nicht instantan, da es hierbei zu einer Schwingung und einer Instabilität des Gesamtsystems kommen könnte. Insbesondere bei sogenannten netzgeführten Komponenten, bei denen die Frequenzen der elektrischen Komponente und des dreiphasigen Energienetzes aneinander angeglichen sein müssen, ist es zweckmäßig, die elektrische Komponente eine vorgegebene Zeit vom Energienetz zu trennen, um anschließend erneut eine Netzsynchro-

sierung durchzuführen. Beispielsweise kann dies bei als Blockheizkraftwerken oder Photovoltaik-Anlagen ausgebildeten elektrischen Komponenten 20 vorgesehen sein. Würde eine netzgeführte elektrische Komponente 20 ohne Netzsynchro-
5 an das Energienetz 1 angeschlossen werden, würden Ausgleichströme fließen, welche die Phasenasymmetrie weiter verschlechtern könnten.

Dabei wird eine Priorisierung der einzelnen angeschlossenen
10 Komponenten durchgeführt. So werden Komponenten wie z. B. eine PV-Anlage oder ein BHKW im Betrieb, d.h. unter Last, nur ungern vom Netz getrennt, um für sie eine Phasenumschaltung durchzuführen. Bevorzugt werden leicht regelbare und auch kurzfristig abschaltbare Komponenten (Beispiel: Wasserkocher)
15 den Phasenwechsel vornehmen. Hierzu gehören flexible Lasten und evtl. auch elektrische / elektrochemische Energiespeicher.

Das Vorhandensein der in Fig. 1 dargestellten Kommunikations-
20 verbindung KV mit entsprechenden Kommunikationseinrichtungen ermöglicht es, eine Netzsynchro-
elektrischen Komponente 20 auch über eine bevorstehende Umschaltung der Phase zu informieren. Hierdurch ist es möglich, einen kurzfristigen Phasenwechsel vorzunehmen, da die elek-
25 trische Komponente 20 schneller an das Energienetz 1 angeschlossen werden kann.

Bei Energieerzeugungseinheiten, welche über eine Netzsynchro-
nisiereinrichtung verfügen, ist es darüber hinaus zweckmäßig,
30 der Steuereinheit 14 übergeordnete Steuerung eine möglichst hohe Betriebsstundenzahl ohne Phasenwechsel zu erreichen. Eine solche übergeordnete Steuerung kann die Kenntnis über Leistungsflüsse im gesamten Energienetz vorteilhaft für einen selektiven Phasenanschluss nutzen. Dies ist insbesondere des-
35 halb von Vorteil, da jeder Synchronisiervorgang mehrere Sekunden dauern kann, wodurch beispielsweise bei einer Energieerzeugungseinheit die Zeiten der Energieeinspeisung verkürzt würden. Eine solche übergeordnete Steuerung kann phasenspezi-

fisch mittels des in der WO 2009/040140 A1 beschriebenen Agentenbasierten Handelsmechanismus erfolgen. Der Offenbarungsinhalt dieser Schrift wird durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen.

5

In einem solchen Agentenbasierten Energienetz ist eine Mehrzahl von einzelnen Agenten vorgesehen, welche jeweils einer Energieerzeugungs- und/oder Energieverbrauchseinheit bzw. einer Steuervorrichtung in dem Netz zugeordnet sind. Das Energienetz verteilt die erzeugte bzw. verbrauchte Energie
10 gleichmäßig innerhalb des Energienetzes. Die Randbedingungen dieser selbstorganisierenden Energieverteilung bestehen hierbei darin, dass zum einen die Spannung und die Frequenz der bereitgestellten Energie konstant gehalten werden soll und
15 zum anderen ein Betrieb des Netzes autonom möglich sein soll. Die Agenten sind untereinander derart vernetzt, dass jeder Agent mit einem anderen Agenten kommunizieren, d.h. entsprechende Informationen austauschen, kann. Darüber hinaus kann eine zentrale lokale Energieaustauscheinheit vorgesehen sein,
20 auf welche jeder der Agenten zugreifen kann. Die Verteilung der Energie in dem Energienetz erfolgt im Wesentlichen markt-basiert danach, dass die einzelnen Agenten untereinander bzw. unter Zwischenschaltung der lokalen Energie-Austausch-Einheit ihre benötigte bzw. überschüssige Energie als Handelsgut be-
25 reitstellen und basierend darauf monetäre Transaktionen durchführen. Die lokale Energie-Austausch-Einheit stellt somit im Wesentlichen eine Vermittlungseinheit von Angebot und Nachfrage der einzelnen Agenten dar, welche Energie für Geld kaufen bzw. verkaufen. Erfindungsgemäß erfolgt der Handel
30 hierbei phasenspezifisch.

In dem weiteren Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 umfasst die Steuervorrichtung über die bereits beschriebenen Komponenten hinaus zwei Umrichter 18, 19. Die Umrichter sind dabei über
35 ihren Gleichspannungskreis miteinander gekoppelt. Es ist ein Kondensator 18' an einem Spannungszwischenkreis vorgesehen sein, welcher für die Glättung von Rippel-Strom sorgt. Der Umrichter 19 ist über den ersten Anschluss 11 mit der elekt-

rischen Komponente 20 gekoppelt. Die elektrische Komponente 20 kann dabei nicht nur, wie im Vorangegangenen Ausführungsbeispiel, eine einphasige Energieerzeugungs- und/oder Energieverbrauchseinheit, sondern auch eine dreiphasige Komponente
5 sein. Der Umrichter 18 ist über den zweiten Anschluss 12 mit den drei Außenleitern bzw. Phasen L1, L2, L3 und dem Neutralleiter N verbunden. Die Spannungsmesseinrichtung 15 und die Strommeseinrichtung 16 sind zwischen dem Umrichter 18 und dem zweiten Anschluss 12 vorgesehen. Im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel in Fig. 1 wird der Strom, da auf Seiten des
10 zweiten Anschlusses angeordnet, in jeder Phase ermittelt.

Mittels der zwei miteinander gekoppelten Umrichter 18, 19 kann eine variable, phasenspezifische Leistungseinspeisung
15 bzw. Entnahme erfolgen. Insbesondere, ist es möglich aus einzelnen Phasen unterschiedliche Leistung zu beziehen. Darüber hinaus besteht eine größere Flexibilität hinsichtlich der Anpassung an die Spannung und Frequenz des Energienetzes 1. Eine eventuelle Inkompatibilität hinsichtlich Frequenz und
20 Spannung kann durch die beiden Umrichter 18 und 19 kompensiert werden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, elektrische Komponenten mit anderen Netzanschlussparametern als das Energienetz aufweist an dieses anzuschließen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass eine Phasenumschaltung ohne Abschaltung der elektrischen Komponente 20 möglich ist. Über eine
25 entsprechende Regelung kann darüber hinaus der $\cos\phi$ des netzseitigen Umrichters 18 vorgegeben werden. Somit ist auch eine Blindleistungskompensation möglich.

30 Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung kann in einer Vielzahl von unterschiedlichen Szenarien zum Einsatz kommen.

Beispiel 1

35 In einem Wohngebiet ist eine Vielzahl kleiner Photovoltaik-Anlagen einphasig an den Außenleiter L1 des dreiphasigen Energienetzes angeschlossen. In der Mittagszeit kommt es an sonnigen Tagen zu einer gleichzeitigen starken Leistungsein-

speisung in den Außenleiter L1. In Folge dessen entsteht eine unsymmetrische Belastung eines Verteilnetztrafos des Energienetzes, welche zum Abschalten einzelner Photovoltaik-Wechselrichter durch die Spannungsüberhöhung an dem Außenleiter L1 führt. Unter Verwendung der beschriebenen Steuervorrichtung ist es möglich, die Einspeisung der Photovoltaik-Anlagen je nach Belastung der Phasen des Energienetzes, auf unterschiedliche Außenleiter L1, L2, L3 zu legen. Ebenso können mehrere Verbraucher an denjenigen Außenleiter angeschlossen werden, welcher die höchste Spannung aufweist.

Beispiel 2

Eine erfindungsgemäße Steuervorrichtung ist elektrisch in Reihe zu einem FI-Schutzschalter angeschlossen. Damit wird ein Wechsel der Phase eines gesamten einphasig an einen Außenleiter des Energienetzes angeschlossenen Bereichs eines Hauses möglich. Zweckmäßigerweise erfolgt eine Kommunikation zwischen der Steuervorrichtung und den an diesen Bereich angeschlossenen „intelligenten“ Komponente(n), die einen Phasenwechsel unterbindet, wenn die „intelligente“ Komponente(n) an das Energienetz angeschlossen sind. Dies ist beispielsweise bei PCs, Fernsehern usw. sinnvoll, deren Funktion durch einen Phasenwechsel unterbrochen werden könnte. Der Phasenwechsel ist bei passiven Komponenten, wie z. B. Wasserkochern, Kaffeemaschinen, Waschmaschinen ohne komplexe Steuerung usw., jederzeit erlaubt, auch wenn diese während des Phasenwechesels betrieben werden.

Durch die Koordination von Energieverbrauchseinheiten und Energieerzeugungseinheiten, die zur phasenspezifischen Leistungsaufnahme bzw. -Einspeisung befähigt sind, können die durch Phasenasymmetrien verursachten Probleme in dem Energienetz selbstständig reduziert werden. Wie bereits erläutert, erfolgt eine Koordination durch einen Agentenbasierten und phasenspezifischen Handel. Durch den Handelsmechanismus kann eine Problemlösung über Marktpreise sichergestellt werden. Gleichzeitig erfolgt die Problemlösung zu volkswirtschaftlich

optimierten Kosten, da technische Maßnahmen dort getroffen werden, wo sie ökonomisch sinnvoll sind. Dies wird anhand der nachfolgenden Beispiele illustriert.

5 Beispiel 3

In einem Wohngebiet ist eine Vielzahl kleiner Photovoltaik-Anlagen installiert, welche beispielhaft einphasig an den Außenleiter L1 angeschlossen sind. In Stunden mit starker Sonneneinstrahlung kommt es zu einer großen Leistungseinspeisung in diesen Außenleiter bzw. diese Phase. Andererseits sind elektrische Herde in den Wohnungen bzw. Häusern dreiphasig an das Energienetz angeschlossen und mit einer Leistungselektronik versehen, welche es erlaubt, aus dem Außenleiter L1 eine verstärkte oder vollständige Leistungsentnahme vorzunehmen. Bei Realisierung eines agentenbasierten und phasenspezifischen Handels sinkt der Preis für Leistung aus der Phase L1 in den Stunden starker Sonneneinstrahlung. Die den jeweiligen Steuervorrichtungen 10 bzw. den elektrischen Komponenten zugeordneten Agenten registrieren dies und richten ihr Kaufverhalten entsprechend aus.

Beispiel 4

25 In einem Wohngebiet ist eine Vielzahl kleiner Photovoltaik-Anlagen einphasig an den Außenleiter L1 angeschlossen. In Stunden mit starker Sonneneinstrahlung kommt es zu einer starken Leistungseinspeisung in diese Phase. Wärmepumpen in den Wohnhäusern des Wohngebiets sind einphasig an das Energienetz angeschlossen und verfügen über eine erfindungsgemäße Steuervorrichtung, welche die Auswahl der Phase ermöglicht. In einem agentenbasierten Energienetz mit phasenspezifischem Handel sinkt der Preis für die Leistung aus der Phase L1 in den Stunden starker Sonneneinstrahlung. Die Agenten der Wärmepumpen registrieren dies und richten ihr Kaufverhalten entsprechend aus.

Beispiel 5

Eine große Photovoltaik-Anlage ist aus unbekanntem Gründen am Außenleiter L1 einphasig angeschlossen. Herkömmliche mit Überwachungsrelais ausgestattete Motoren für beispielsweise Pumpen würden in diesem Teilnetzstrang des Energienetzes bei entsprechend ausgeprägter Phasensymmetrie außerplanmäßig abgeschaltet. Beispielfähig soll sich in dem Teilnetzstrang auch ein Gewerbebetrieb mit Maschinen befinden, deren Elektromotoren zur phasenspezifischen Leistungsaufnahme mittels einer erfindungsgemäßen Steuervorrichtung fähig sind. Erfindungsgemäß sinkt der Preis für die Leistung aus der Phase L1 in den Stunden starker Sonneneinstrahlung. Die den Elektromotoren des Gewerbebetriebs zugeordneten Agenten registrieren dies und richten ihr Kaufverhalten entsprechend aus.

Beispiel 6

Am Ende einer Stichleitung des Energienetzes sind Energieerzeugungseinheiten einphasig angeschlossen. Herkömmliche, mit Überwachungsrelais ausgestattete Motoren für beispielsweise Pumpen würden in diesem Teilnetzstrang bei entsprechend ausgeprägter Phasenasymmetrie außerplanmäßig abgeschaltet. In dem Teilnetzstrang befindet sich zusätzlich ein Gewerbebetrieb mit Maschinen, deren Elektromotoren mittels einer erfindungsgemäßen Steuervorrichtung zur phasenspezifischen Leistungsaufnahme fähig sind. Erfindungsgemäß sinkt der Preis für Leistung aus der Phase L1 in den Stunden starker Sonneneinstrahlung. Die den Elektromotoren der Maschinen des Gewerbebetriebs zugeordneten Agenten registrieren dies und richten ihr Kaufverhalten entsprechend aus.

Beispiel 7

Energieerzeugungseinheiten, wie z. B. Blockheizkraftwerke, speisen üblicherweise dreiphasig in das Energienetz ein. Beim Auftreten von Phasenasymmetrien wird durch die variable phasenspezifische Einspeisung ein Beitrag zur Netzsymmetrierung

geleistet, wenn einerseits das Blockheizkraftwerk über eine erfindungsgemäße Steuereinrichtung an das Energienetz angebunden ist und andererseits der beschriebene Handelsmechanismus zum Einsatz kommt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Steuerung der Belastung der Phasen eines dreiphasigen Energienetzes (1), insbesondere eines Niederspannungsnetzes, umfassend:

- 5 - einen ersten Anschluss (11) für den Anschluss einer elektrischen Komponente (20), über den die Komponente (20) Strom aus dem dreiphasigen Energienetz beziehen oder in dieses einspeisen kann;
- 10 - einen zweiten Anschluss (12) für den Anschluss an Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes;
- ein steuerbares Schaltelement (13), das den ersten Anschluss (11) in Abhängigkeit einer jeweiligen Belastung der Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes (1) selektiv mit einem der Außenleiter (L1, L2, L3) verbindet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das steuerbare Schaltelement (11) den ersten Anschluss (11) in Abhängigkeit eines durch eine Steuereinheit (14) erzeugten Steuersignals selektiv derart mit einem der Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes verbindet, dass

- 25 - bei einem Strombezug der Komponente (20) eine Verbindung zu dem Außenleiter (L1, L2, L3) herstellbar ist, der die größte Spannung gegenüber einem Neutralleiter (N) des Energienetzes aufweist; oder
- bei einer Stromeinspeisung der Komponente (20) eine Verbindung zu demjenigen Außenleiter (L1, L2, L3) herstellbar ist, der die kleinste Spannung gegenüber dem Neutralleiter (N) aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Vorrichtung eine Spannungsmesseinrichtung (15) umfasst, welche zur Ermittlung einer jeweiligen Spannung des Außenleiters (L1, L2, L3) gegenüber dem Neutralleiter (N) ausgebildet ist, welche der Steuereinheit (14) zur Erzeugung des Steuersignals zuführbar sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Vorrichtung eine Strommesseinrichtung (16) zur Messung des Stroms umfasst, mit der detektierbar ist, ob die Komponente (20) eine Energieverbrauchs- oder Energieerzeugungseinheit ist.
5
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der die Steuereinheit (14) dazu ausgebildet ist, den gemessenen Strom mit einem Schwellwert zu vergleichen, wobei das Steuersignal zur Umschaltung der Phase dann erzeugt wird, wenn der gemessene Strom unterhalb des Schwellwerts ist.
10
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, bei der in der Steuereinheit (14) eine Hysteresekurve für die Spannung für die Umschaltung einer Phase hinterlegt ist.
15
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der diese eine Kommunikationseinheit (17) zum Datenaustausch mit einer Kommunikationseinheit der elektrischen Komponente (20) aufweist.
20
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Kommunikationseinheit (17) derart ausgestaltet ist, dass sie eine Netzsynchronisierereinrichtung in der Komponente (20) über eine bevorstehende Phasenumschaltung benachrichtigt.
25
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei der die Steuereinheit (14) dazu ausgebildet ist, das Steuersignal in Abhängigkeit einer Information einer übergeordneten Steuerung zu erzeugen, welche Kenntnis über Leistungsflüsse in dem Energienetz hat, um bei netzgeführten Komponenten eine möglichst hohe Betriebsstundenzahl ohne Phasenwechsel zu ermöglichen.
30
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Komponente (20) über zwei mit ihren Gleichspannungskreisen gekoppelte Umrichter (19, 20) der Vorrichtung (10) mit dem dreiphasigen Energienetz (1) koppelbar ist.
35

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Komponente (20) eine einphasige, elektrische Komponente ist.

5

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Komponente (20) eine dreiphasige elektrische Komponente ist, welche während ihres Betriebs die Außenleiter (L1, L2, L3) des Energienetzes unterschiedlich belastet.

10

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 12, bei der die Steuereinheit (14) dazu ausgebildet ist, das Steuersignal in Abhängigkeit einer Information eines der Vorrichtung zugeordneten Agenten zu erzeugen, wobei der Agent mit anderen Agenten in dem Energienetz kommunizieren kann, und wobei das Energienetz derart ausgestaltet ist, dass die Verteilung der Energie im Energienetz phasenspezifisch zumindest teilweise basierend auf zwischen den Agenten ausgehandelten monetären Transaktionen erfolgt.

15

14. Dreiphasiges Energienetz (1), insbesondere eines Niederspannungsnetzes, in dem zumindest eine elektrische Komponente (20) über eine Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche an die Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes (1) angeschlossen ist.

20

15. Verfahren zur Steuerung der Belastung der Phasen eines dreiphasigen Energienetzes (1), insbesondere eines Niederspannungsnetzes, mit dem zumindest eine elektrische Komponente (20) über eine Steuervorrichtung (10) elektrisch gekoppelt ist, wobei die Steuervorrichtung (10) umfasst:

25

- einen ersten Anschluss (11) für den Anschluss der elektrischen Komponente (20), über den die Komponente (20) Strom in das dreiphasige Energienetz beziehen oder einspeisen kann,

30

- einen zweiten Anschluss (12) für den Anschluss an die Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes; und

35

- ein steuerbares Schaltelement (13);
bei dem das steuerbare Schaltelement (13) den ersten Anschluss (11) in Abhängigkeit einer jeweiligen Belastung der Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes (1) selektiv mit einem der Außenleiter (L1, L2, L3) verbindet.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem das steuerbare Schaltelement (13) den ersten Anschluss (12) in Abhängigkeit eines durch eine Steuereinheit (14) erzeugten Steuersignals selektiv derart mit einem der Außenleiter (L1, L2, L3) des dreiphasigen Energienetzes verbindet, dass

- bei einem Strombezug der Komponente (20) eine Verbindung zu dem Außenleiter (L1, L2, L3) hergestellt wird, der die größte Spannung gegenüber einem Neutralleiter (N) des Energienetzes aufweist; oder
- bei einer Stromeinspeisung der Komponente (20) eine Verbindung zu demjenigen Außenleiter (L1, L2, L3) hergestellt wird, der die kleinste Spannung gegenüber dem Neutralleiter (N) aufweist.

20

FIG 1

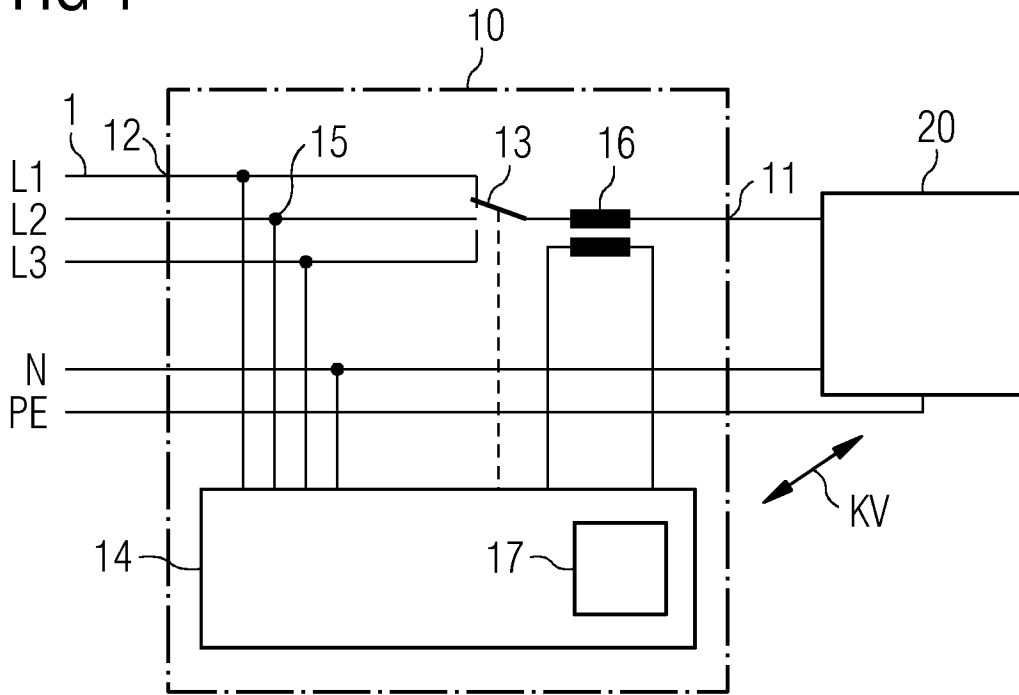
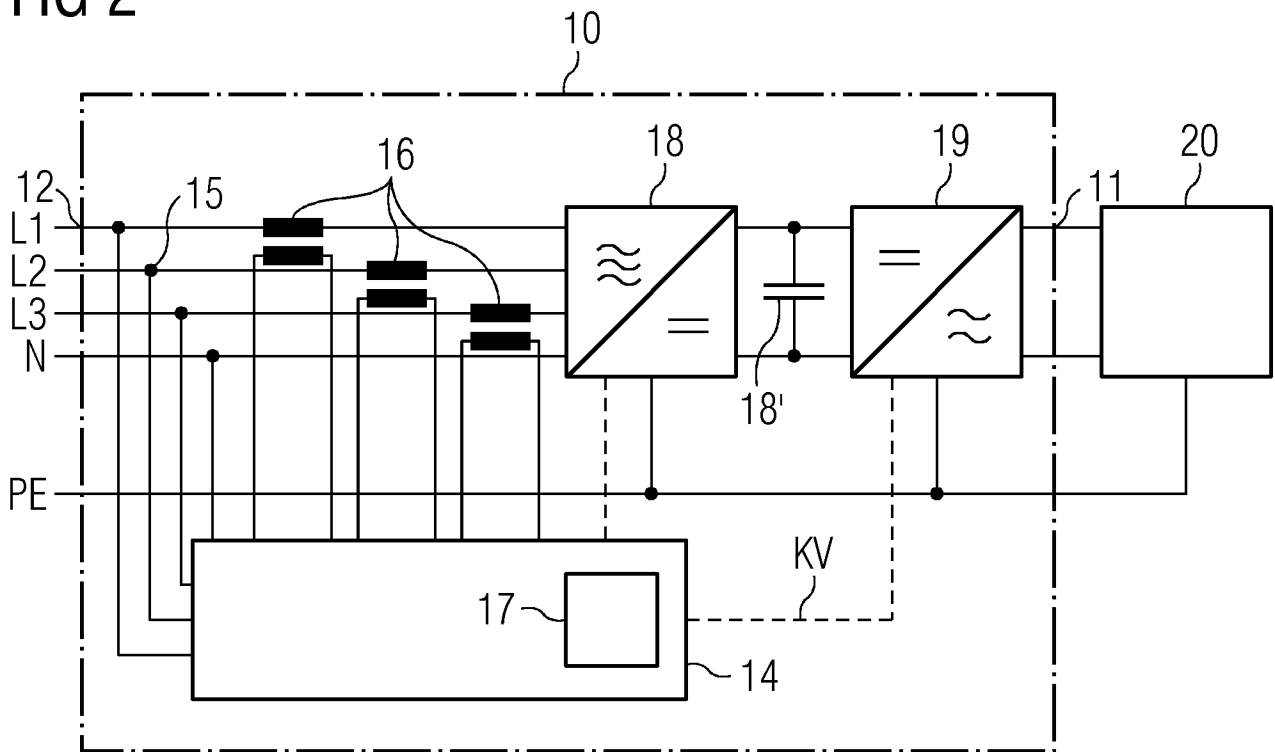


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/060610

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	H02J3/26 G01R29/16	H02J3/46 H02J3/48 H02J3/50 H01H47/22
ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J H01H G01R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 281 859 A (CRANE BURKE J [US]) 25 January 1994 (1994-01-25) column 2, line 12 - line 35; figure 2 -----	1-3,7, 11,14-16
X	DD 224 963 A1 (AKAD WISSENSCHAFTEN DDR [DD]) 17 July 1985 (1985-07-17) the whole document -----	1,14,15
X	DE 10 2009 014295 A1 (STADTWERKE MAINZ AG [DE]) 30 September 2010 (2010-09-30) Absatz [0027] (Seite 5 oben) -----	1,14,15
X	US 6 018 203 A (DAVID YAIR [IL] ET AL) 25 January 2000 (2000-01-25) column 1, line 28 - line 32 column 3, line 12 - column 4, line 39; figure 1 -----	1
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
6 August 2012	14/08/2012	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Heusler, Nikolaus	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/060610

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	WO 2011/141416 A2 (SIEMENS AG [DE]; MAIER REINHARD [DE]; NIELEBOCK SEBASTIAN [DE]) 17 November 2011 (2011-11-17) abstract; figures	1
X,P	----- DE 10 2009 060364 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 30 June 2011 (2011-06-30) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/060610

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5281859	A	25-01-1994	DE 69316045 D1 12-02-1998
			DE 69316045 T2 03-09-1998
			EP 0556754 A2 25-08-1993
			JP 2689301 B2 10-12-1997
			JP 7274400 A 20-10-1995
			US 5281859 A 25-01-1994

DD 224963	A1	17-07-1985	NONE

DE 102009014295	A1	30-09-2010	DE 102009014295 A1 30-09-2010
			EP 2258582 A2 08-12-2010

US 6018203	A	25-01-2000	AU 737507 B2 23-08-2001
			AU 5464798 A 03-07-1998
			BR 9715011 A 21-11-2000
			CA 2273167 A1 18-06-1998
			CN 1240058 A 29-12-1999
			EP 0956628 A1 17-11-1999
			IL 130085 A 12-09-2002
			JP 2001506477 A 15-05-2001
			NO 992544 A 27-07-1999
			NZ 335928 A 22-12-2000
			PL 334611 A1 13-03-2000
			RO 119575 B1 30-12-2004
			RU 2200364 C2 10-03-2003
			TR 9901957 T2 22-05-2000
			UA 66777 C2 15-08-2000
			US 6018203 A 25-01-2000
			WO 9826489 A1 18-06-1998

WO 2011141416	A2	17-11-2011	DE 102010020609 A1 17-11-2011
			WO 2011141416 A2 17-11-2011

DE 102009060364	A1	30-06-2011	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/060610

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02J3/26 H02J3/46 H02J3/48 H02J3/50 H01H47/22
 G01R29/16
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02J H01H G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 281 859 A (CRANE BURKE J [US]) 25. Januar 1994 (1994-01-25) Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 35; Abbildung 2 -----	1-3,7, 11,14-16
X	DD 224 963 A1 (AKAD WISSENSCHAFTEN DDR [DD]) 17. Juli 1985 (1985-07-17) das ganze Dokument -----	1,14,15
X	DE 10 2009 014295 A1 (STADTWERKE MAINZ AG [DE]) 30. September 2010 (2010-09-30) Absatz [0027] (Seite 5 oben) -----	1,14,15
X	US 6 018 203 A (DAVID YAIR [IL] ET AL) 25. Januar 2000 (2000-01-25) Spalte 1, Zeile 28 - Zeile 32 Spalte 3, Zeile 12 - Spalte 4, Zeile 39; Abbildung 1 -----	1
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. August 2012	14/08/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Heusler, Nikolaus
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	WO 2011/141416 A2 (SIEMENS AG [DE]; MAIER REINHARD [DE]; NIELEBOCK SEBASTIAN [DE]) 17. November 2011 (2011-11-17) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1
X,P	DE 10 2009 060364 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 30. Juni 2011 (2011-06-30) das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/060610

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5281859	A	25-01-1994	DE 69316045 D1 12-02-1998
			DE 69316045 T2 03-09-1998
			EP 0556754 A2 25-08-1993
			JP 2689301 B2 10-12-1997
			JP 7274400 A 20-10-1995
			US 5281859 A 25-01-1994

DD 224963	A1	17-07-1985	KEINE

DE 102009014295	A1	30-09-2010	DE 102009014295 A1 30-09-2010
			EP 2258582 A2 08-12-2010

US 6018203	A	25-01-2000	AU 737507 B2 23-08-2001
			AU 5464798 A 03-07-1998
			BR 9715011 A 21-11-2000
			CA 2273167 A1 18-06-1998
			CN 1240058 A 29-12-1999
			EP 0956628 A1 17-11-1999
			IL 130085 A 12-09-2002
			JP 2001506477 A 15-05-2001
			NO 992544 A 27-07-1999
			NZ 335928 A 22-12-2000
			PL 334611 A1 13-03-2000
			RO 119575 B1 30-12-2004
			RU 2200364 C2 10-03-2003
			TR 9901957 T2 22-05-2000
			UA 66777 C2 15-08-2000
			US 6018203 A 25-01-2000
			WO 9826489 A1 18-06-1998

WO 2011141416	A2	17-11-2011	DE 102010020609 A1 17-11-2011
			WO 2011141416 A2 17-11-2011

DE 102009060364	A1	30-06-2011	KEINE
