(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 706 673 B1**

(51) Int. Cl.: ***H02J 3/38*** *(2006.01)*
G05F 1/10 *(2006.01)*

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01161/13

(22) Anmeldedatum: 23.06.2013

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.12.2013

(30) Priorität: 26.06.2012 AT A 712/2012

(24) Patent erteilt: 30.11.2017

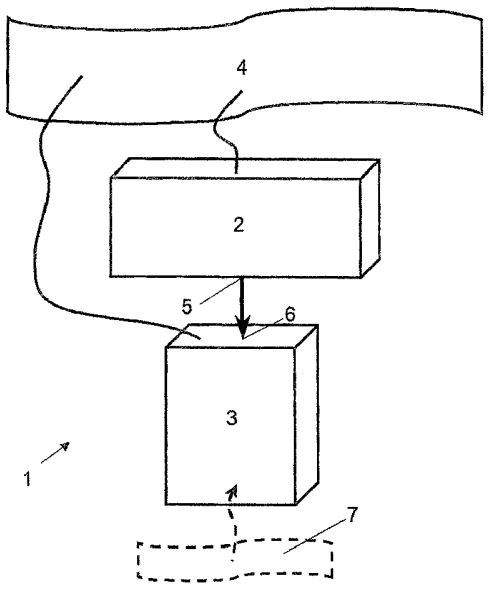
(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.11.2017

(73) Inhaber:
Ing. Roland Ochenbauer, Listgasse 12
2630 Ternitz (AT)

(72) Erfinder:
Ing. Roland Ochenbauer, 2630 Ternitz (AT)

(54) Vorrichtung und Verfahren zur Verbesserung der Energienutzung in einem Stromnetz.

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Verbesserung der Energienutzung, mit einem an das Stromnetz (4) angeschlossenen dezentralen Energiesystem (3), wobei das dezentrale Energiesystem (3) einen Eingang (6) zum Empfang von Steuerungsbefehlen besitzt. An den Eingang (6) des dezentralen Energiesystems (3) ist eine Steuereinrichtung (2) angeschlossen, welche an das Stromnetz (4) angeschlossen ist. Die Steuereinrichtung ermittelt die lokale Netzspannung Ul des Stromnetzes (4) sowie Spannungsschwellwerte Us auf Basis der Werte der lokalen Netzspannung Ul. Bei Überschreiten der Spannungsschwellwerte Us wird auf dem Ausgang (5) der Steuereinrichtung (2) dem Eingang (6) des dezentralen Energiesystems (3) ein Befehl zur Steuerung des dezentralen Energiesystems (3) gesendet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verbesserung der Energienutzung, mit einem an das Stromnetz angeschlossenen dezentralen Energiesystem, wobei das dezentrale Energiesystem einen Eingang zum Empfang von Steuerungsbefehlen besitzt.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Verbesserung der Energienutzung, mittels eines an das Stromnetz angeschlossenen dezentralen Energiesystems.

[0003] Haushalte und Gewerbebetriebe installieren in zunehmender Anzahl dezentrale Energiesysteme mit einer Anbindung an ein öffentliches Niederspannungsstromnetz. Eine bekannte Ausführungsform eines dezentralen Energiesystems ist die dezentrale Erzeugungsanlage von elektrischer Energie die an das öffentliche Niederspannungsverteilnetz angeschlossen ist, beispielsweise das dezentrale Blockheizkraftwerk zur Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme. Das Blockheizkraftwerk setzt dazu das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung ein. Ein nach dem Wärmebedarf gesteuertes Blockheizkraftwerk speist elektrische Energie unabhängig vom Belastungszustand des lokalen Niederspannungsnetzes in das öffentliche Stromnetz ein. Eine weitere bekannte Ausführungsform eines dezentralen Energiesystems ist das dezentrale Energiesystem mit einem Energiespeicher. Beispielsweise wird die elektrische Energie aus dem Stromnetz in einem dezentralen Energiesystem mit einem Akkumulator gespeichert und unabhängig vom Belastungszustand des lokalen Niederspannungsnetzes, durch den Nutzer gesteuert, wieder in das Stromnetz eingespeist. Speisen beispielsweise viele dezentrale Energiesysteme Energie auf einem Netzzweig eines Niederspannungsstromnetzes zu einem Zeitpunkt mit wenig Energieverbrauch auf diesem Netzzweig ein, so ist dies sehr problematisch, da es dadurch sehr oft zu einer Lastflussumkehr auf diesem Netzzweig kommt. Die elektrische Energie fliesst über die Niederspannungsleitung zurück zur Transformatorstation und über den Transformator weiter in die nächsten Netzebenen. In der Niederspannungsleitung in welcher die Lastflussumkehr auftritt, steigt die Netzspannung in sehr vielen Fällen problematisch hoch an, da die Niederspannungsleitungen sehr oft nicht ausreichend dimensioniert sind, um eine Vielzahl von dezentralen Energiesystemen aufnehmen zu können. Als weitere Folge, wenn dies in sehr vielen Teilen des Stromnetzes gleichzeitig basiert, steigt die Netzfrequenz des gesamten Stromnetzes an. Dieser Energieüberschuss ist gefährlich, da ein Stromnetz nur dann funktioniert, wenn im Stromnetz ein Gleichgewicht zwischen eingespeister Energie und verbrauchter Energie herrscht. Kommt das Stromnetz aus dem Gleichgewicht, bricht das Stromnetz im schlimmsten Fall zusammen.

[0004] Aus der US 2010 204 844 A1 ist es bekannt, lokale Sensoren in Photovoltaikanlagen zu verwenden, um die witterungsabhängige Energieproduktion der Anlagen im Zusammenhang mit räumlich ausbreitenden Änderungen der Wettersituation vorherzusagen.
Aus der US 2010 195 357 A1 ist es bekannt, mit einem Spannungsüberwachungsmodul eine korrigierte Überwachungsspannung zu bestimmen, welche auf kommunikationstechnisch vernetzten Spannungsmessungen an unterschiedlichen Standorten basiert.
Aus der JP 2011 120 347 A ist es bekannt, kurz vor Erreichen der gesetzlich fest vorgeschriebenen Maximalspannung eine Ladung von Batterien in Elektrofahrzeugen durch Ladestationen in einem Verteilnetz durchzuführen.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verbesserung der Energienutzung anzugeben, sodass die eingangs erwähnten Probleme mit dezentralen Energiesystemen nicht zum Tragen kommen.

[0006] Dies wird in einem ersten Aspekt der Erfindung durch den kennzeichnenden Teil des Vorrichtungshauptanspruchs in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs sowie den zweckmässig ausgestalteten Merkmalen der Unteransprüche gelöst.

[0007] Dies wird in einem zweiten Aspekt der Erfindung durch den kennzeichnenden Teil des Verfahrenshauptanspruchs in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs sowie den zweckmässig ausgestalteten Merkmalen der Unteransprüche gelöst.

[0008] Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele, welche in den Zeichnungsfiguren schematisch dargestellt sind, erläutert.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Schaltbild der Vorrichtung 1 zur Verbesserung der Energienutzung,

Fig. 2 zeigt schematisch den Verlauf der ausgewerteten lokalen Netzspannung Ul in einem Diagramm dargestellt und

Fig. 3 zeigt schematisch die ausgewertete Netzfrequenz Fl im Zusammenhang mit dem Verlauf der ausgewerteten lokalen Netzspannung Ul in einem Diagramm dargestellt.

[0009] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 1 zur Verbesserung der Energienutzung, mit einem an das Stromnetz 4 angeschlossenen dezentralen Energiesystem 3 dargestellt, wobei das dezentrale Energiesystem 3 einen Eingang 6 zum Empfang von Steuerungsbefehlen besitzt. An den Eingang 6 des dezentralen Energiesystems 3 ist eine Steuereinrichtung 2 angeschlossen. Die Steuereinrichtung 2 ist an das Stromnetz 4 angeschlossen. Die Steuereinrichtung 2 ist dazu ausgelegt, die

lokale Netzspannung Ul zu messen, lokal in der Steuereinrichtung 2 Spannungsschwellwerte Us auf Basis der Werte der lokalen Netzspannung Ul zu ermitteln und bei Überschreiten der lokal in der Steuereinrichtung 2 ermittelten Spannungsschwellwerte Us auf dem Ausgang 5 der Steuereinrichtung 2 dem Eingang 6 des dezentralen Energiesystems 3 einen Befehl zur Steuerung des dezentralen Energiesystems 3 zu senden. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass die gemessene Änderung der lokalen Netzspannung Ul dazu verwendet werden kann, um einen lokalen Energieüberschuss B oder ein lokales Energiedefizit A in einem Netzzweig des Stromnetzes 4 lokal zu ermitteln. In weiterer Folge wird einem dezentralen Energiesystem 3 der Befehl zum Einspeisen von elektrischer Energie in das Stromnetz 4 bei einem lokalen Energiedefizit A bzw. der Befehl zum Speichern von elektrischer Energie aus dem Stromnetz 4 bei einem lokalen Energieüberschuss B gesendet. Somit wird eine Verbesserung der Energienutzung in Haushalten bzw. Gewerbebetrieben mit einem dezentralen Energiesystem 3 erreicht und bereits in den einzelnen Netzzweigen des Stromnetzes 4 das Gleichgewicht zwischen eingespeister Energie und verbrauchter Energie bestmöglich hergestellt.
Da der Energieverbrauch, die zentral eingespeiste Energie und die dezentral eingespeiste Energie in jedem Netzzweig bei jeder Transformatorstation unterschiedlich ist, ist für eine Effizienzsteigerung und Verbesserung der Energienutzung mit dezentralen Energiesystemen 3 eine individuelle Steuerung der dezentralen Energiesysteme 3 erforderlich. In den Netzzweigen der Niederspannungsverteilnetze, welche über einen Transformator an ein Mittelspannungsnetz angeschlossen sind, sind die maximal auftretenden Änderungen der lokalen Netzspannung Ul auf Grund des Spannungsabfalls auf der Niederspannungsleitung bei Netzanschlusspunkten nahe einer Transformatorstation geringer als bei Netzanschlusspunkten, welche weiter von der Transformatorstation entfernt sind. Daher ist für eine lokale von der Spannungsschwellwertüberschreitung abhängige Steuerung, eine Messung der lokalen Netzspannung Ul und eine lokale Ermittlung von individuellen Spannungsschwellwerten Us auf Basis der Werte der lokalen Netzspannung Ul in Abhängigkeit von den maximalen Änderungen der lokalen Netzspannung Ul, dem niedrigsten Un- oder höchsten Un-Wert der lokalen Netzspannung in einem definierten Zeitraum, erforderlich. Eine lokale autonome Steuerung der dezentralen Energiesysteme 3 ermöglicht eine Effizienzsteigerung und Verbesserung der Energienutzung in Haushalten und Gewerbebetrieben mit dezentralen Energiesystemen 3.

[0010] Eine bevorzugte Ausführungsform ist, dass das dezentrale Energiesystem 3 dazu ausgelegt ist, elektrische Energie in das Stromnetz 4 einzuspeisen. Elektrische Energie wird mit einem dezentralen Energiesystem 3, beispielsweise mit einem kleinen dezentralen Blockheizkraftwerk, erzeugt und in das Stromnetz 4 eingespeist. Blockheizkraftwerke verwenden verschiedenste Kraftstoffe 7, um elektrische Energie und Wärme zu erzeugen. Als Kraftstoffe 7 kommen vorwiegend fossile oder regenerative Kraftstoffe 7 wie Heizöl, Pflanzenöl, Biodiesel oder Erdgas bzw. Biogas zum Einsatz, daneben auch Holzhackschnitzel und Holzpellets als nachwachsende Rohstoffe. Als dezentrales Energiesystem 3, welches dazu ausgelegt ist, elektrische Energie in das Stromnetz 4 einzuspeisen, kann auch jedes andere in der Technik bekannte dezentrale Energiesystem 3, welches dazu ausgelegt ist, elektrische Energie in das Stromnetz 4 einzuspeisen, verwendet werden, beispielsweise Notstromdieselaggregate, Brennstoffzellen oder dezentrale Energiesysteme 3, welche dazu ausgelegt sind, gespeicherte elektrische Energie in das Stromnetz 4 einzuspeisen, wie zum Beispiel Akkumulatorsysteme, Stromgeneratoren eines Druckluftspeichersystems, Stromgeneratoren eines Schwungradspeichersystems usw.
Dezentrale Energie wird in ein Stromnetz 4 zu dem Zeitpunkt eingespeist, in dem in einem Netzzweig des Stromnetzes 4 ein lokales Energiedefizit B besteht, was eine sehr effektive Möglichkeit ist, um die dem dezentralen Energiesystem 3 zugeführten Kraftstoffe 7 energieeffizient zu nutzen. Auch gespeicherte Energie aus dezentralen Energiesystemen 3, beispielsweise aus Akkumulatoren, wird zu den Zeiten eines lokalen Energiedefizits A in das Stromnetz 4 eingespeist und dadurch die gespeicherte Energie energieeffizient genutzt.

[0011] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform ist, dass das dezentrale Energiesystem 3 dazu ausgelegt ist, elektrische Energie aus dem Stromnetz 4 zu speichern und elektrische Energie in das Stromnetz 4 einzuspeisen. Elektrische Energie wird mit einem dezentralen Energiesystem 3, beispielsweise in einem Akkumulator, aus dem Stromnetz 4 gespeichert. Die elektrische Energie aus dem Stromnetz 4 wird zu dem Zeitpunkt im dezentralen Energiesystem 3 gespeichert, in dem im jeweiligen Netzzweig des Stromnetzes 4 ein lokaler Energieüberschuss B besteht und steht in gespeicherter Form dem Stromnetz 4 für Zeiten eines lokalen Energiedefizits A zur Einspeisung in das Stromnetz 4 zur Verfügung. Dezentrale Energiesysteme 3 können elektrische Energie mit Hilfe von verschiedenen Technologien speichern. Elektrische Energie kann beispielsweise elektrochemisch mit Akkumulatoren oder mechanisch mit Schwungrädern oder Druckluftspeichern gespeichert werden. Als dezentrales Energiesystem 3, welches dazu ausgelegt ist, elektrische Energie aus dem Stromnetz 4 zu speichern, kann auch jedes andere in der Technik bekannte dezentrale Energiesystem 3 welches dazu ausgelegt ist Energie aus dem Stromnetz 4 zu speichern, verwendet werden, beispielsweise die Akkumulatoren von Elektrofahrzeugen, wenn die Akkumulatoren der Elektrofahrzeuge auch die Möglichkeit bieten, die gespeicherte elektrische Energie bei Bedarf auch in das Stromnetz 4 einspeisen zu können oder dezentrale Energiesysteme 3 mit Wasserstoffgeneratoren und Brennstoffzellen, zum Speichern der elektrischen Energie in Form von Wasserstoff usw.
Energie aus einem Stromnetz 4 genau zu dem Zeitpunkt mit einem dezentralen Energiesystem 3 zu speichern, wenn im jeweiligen Netzzweig des Stromnetzes 4 ein lokaler Energieüberschuss B besteht, ist eine effektive Möglichkeit zur Verbesserung der Energieeffizienz, da die gespeicherte Energie für eine Einspeisung in ein Stromnetz 4 zu Zeiten eines lokalen Energiedefizits A zur Verfügung steht.

[0012] Bezugnehmend auf Fig. 2 wird nun ein Verfahren gemäss einer Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Ein Verfahren zur Verbesserung der Energienutzung mittels einem an das Stromnetz 4 angeschlossenen dezentralen Energiesystem 3, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

– Ermitteln der lokalen Netzspannung Ul des Stromnetzes 4;
– Ermitteln der Spannungsschwellwerte Us auf Basis der Werte der lokalen Netzspannung Ul;
– Bewirken vorgegebener Vorgänge im dezentralen Energiesystem 3 bei Überschreitung der Spannungsschwellwerte Us.

[0013] Hierfür wird folgende Basiswerteermittlung bevorzugt, wobei:

– aussagekräftige Werte der lokalen Netzspannung Ul ermittelt werden, dargestellt in der Fig. 2 im Diagramm als geglätteter Verlauf der lokale Netzspannung Ul, in dem

  1.) die lokal gemessenen Momentanaufnahmen der Netzspannung des Stromnetzes 4 zur weiteren Verarbeitung in einer ersten Tabelle gespeichert werden; bevorzugt die Momentanaufnahmen der Netzspannung mit Zeitstempel in einem konfigurierbaren Intervall 2 bis 300 Sekunden, besonders bevorzugt 20 Sekunden in einer ersten Tabelle gespeichert werden,

  2.) die einzelnen Werte der Momentanaufnahmen der Netzspannung aus der ersten Tabelle, welche beispielsweise kurze Spannungsspitzen beinhalten könnten, in Form von aussagekräftigeren, geglätteten Werten der lokalen Netzspannung Ul über einen gewissen Zeitraum zur weiteren Verarbeitung in einer zweiten Tabelle gespeichert werden; bevorzugt zur Glättung die aktuellsten ein bis drei Werte der Momentanaufnahmen der Netzspannung, besonders bevorzugt drei Werte der Momentanaufnahmen der Netzspannung der ersten Tabelle addiert werden, die Summe durch die Anzahl der addierten Werte dividiert wird und das Ergebnis in einer zweiten Tabelle mit dem Zeitstempel des jeweils ersten Wertes der ersten Tabelle als lokale Netzspannung Ul gespeichert wird,

  3.) nicht mehr benötigte Werte der ersten Tabelle um Speicherplatz einzusparen gelöscht werden; bevorzugt die Werte in der ersten Tabelle, die älter als 20 Minuten sind, gelöscht werden,

  4.) veraltete Werte der lokalen Netzspannung Ul der zweiten Tabelle gelöscht werden; bevorzugt Werte in der zweiten Tabelle, die älter als ein konfigurierbarer Zeitraum 1 bis 365 Tage, besonders bevorzugt 14 Tage, sind, gelöscht werden,

– die durchschnittliche lokale Netzspannung Ud als Durchschnittswert aus den aussagekräftigen Werten der lokalen Netzspannung Ul der zweiten Tabelle ermittelt wird; bevorzugt die Werte der lokalen Netzspannung Ul in der zweiten Tabelle addiert werden und die Summe durch die Anzahl der addierten Werte dividiert werden, um laufend die durchschnittliche lokale Netzspannung Ud zu ermitteln; dargestellt in der Fig. 2 im Diagramm als beispielhafter Verlauf der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud,

– der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 als Wert zwischen der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud und dem höchsten Wert der lokalen Netzspannung Uh aus der aussagekräftigen zweiten Tabelle ermittelt wird; bevorzugt der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 als Wert zwischen dem höchsten Wert der lokalen Netzspannung Uh in der zweiten Tabelle und der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud in einem konfigurierbaren Verhältnis ermittelt wird, besonders bevorzugt nach der Formel ermittelt wird, dass der höchste Wert der lokalen Netzspannung Uh in der zweiten Tabelle mit der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud addiert wird und die Summe durch zwei dividiert wird; dargestellt in der Fig. 2 im Diagramm als beispielhafter Verlauf des höheren Wertes der Spannungsschwellwerte Us1,

– der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 als Wert zwischen der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud und dem niedrigsten Wert der lokalen Netzspannung Un, aus der aussagekräftigen zweiten Tabelle, ermittelt wird; bevorzugt der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 als Wert zwischen dem niedrigsten Wert der lokalen Netzspannung Un in der zweiten Tabelle und der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud in einem konfigurierbaren Verhältnis ermittelt wird, besonders bevorzugt nach der Formel ermittelt wird, dass der niedrigste Wert der lokalen Netzspannung Un in der zweiten Tabelle mit der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud addiert wird und die Stimme durch zwei dividiert wird; dargestellt in der Fig. 2 im Diagramm als beispielhafter Verlauf des niedrigeren Wertes der Spannungsschwellwerte Us2,

– für den Zeitraum, in dem die lokale Netzspannung Ul niederer als der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 ist, was auf ein lokales Energiedefizit A im Stromnetz 4 rückschliessen lässt, das dezentrale Energiesystem 3 elektrische Energie in das Stromnetz 4 einspeist,

– für den Zeitraum, in dem die lokale Netzspannung Ul höher als der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 ist, was auf einen lokalen Energieüberschuss B im Stromnetz 4 rückschliessen lässt, das dezentrale Energiesystem 3 elektrische Energie aus dem Stromnetz 4 speichert.

[0014] Bezugnehmend auf Fig. 3 wird nun ein Verfahren gemäss einer Ausführungsform der Erfindung näher erläutert.

[0015] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die lokale Netzfrequenz Fl des Stromnetzes 4 ermittelt wird und bei Überschreitung eines vorbestimmten Netzfrequenzgrenzwertes Fs die Spannungsschwellwerte Us um einen vorbestimmten Faktor verändert werden, und zwar in der folgenden Art und Weise, dass

- die lokale Netzfrequenz Fl des Stromnetzes 4 lokal ermittelt wird; dargestellt in der Fig. 3 im Diagramm als beispielhafter Verlauf der lokalen Netzfrequenz Fl des Stromnetzes 4,
- der höhere Netzfrequenzgrenzwert Fs1 vorgegeben wird; bevorzugt der höhere Netzfrequenzgrenzwert Fs1 zwischen 50,02 Hz und 50,2 Hz, besonders bevorzugt 50,06 Hz vorgegeben wird; dargestellt in der Fig. 3 im Diagramm als höherer Netzfrequenzgrenzwert Fs1,
- der niedrigere Netzfrequenzgrenzwert Fs2 vorgegeben wird; bevorzugt der niedrigere Netzfrequenzgrenzwert Fs2 zwischen 49,8 Hz und 49,98 Hz, besonders bevorzugt 49,94 Hz vorgegeben wird; dargestellt in der Fig. 3 im Diagramm als niedrigere Netzfrequenzgrenzwert Fs2,
- für den Zeitraum, in dem die Netzfrequenz Fl höher als der höhere Netzfrequenzgrenzwert Fs1 ist, der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 und der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 um einen vorbestimmten Faktor reduziert werden, bevorzugt auf folgende Weise reduziert werden:
  - der höhere Weit der Spannungsschwellwerte Us1 wird ermittelt, indem die durchschnittliche lokale Netzspannung Ud mit dem Faktor 3 multipliziert wird, der höchste Wert der lokalen Netzspannung Uh mit dem Faktor 2 multipliziert wird, die beiden Produkte addiert werden und die Summe durch den Faktor 5 dividiert wird,
  - der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 wird ermittelt, indem die durchschnittliche lokale Netzspannung Ud mit dem Faktor 2 multipliziert wird, der niedrigste Wert der lokalen Netzspannung Un mit dem Faktor 3 multipliziert wird, die beiden Produkte addiert werden und die Summe durch den Faktor 5 dividiert wird,

  dargestellt in der Fig. 3 im Diagramm als Reduzierung der Spannungsschwellwerte Us für den Zeitraum, in dem die Netzfrequenz Fl höher als der höhere Netzfrequenzgrenzwert Fs1 ist,
- für den Zeitraum, in dem die Netzfrequenz Fl niederer als der niedrigere Netzfrequenzgrenzwert Fs2 ist, der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 und der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 um einen vorbestimmten Faktor erhöht werden, bevorzugt auf folgende Weise erhöht werden:
  - der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 wird ermittelt, indem die durchschnittliche lokale Netzspannung Ud mit dem Faktor 2 multipliziert wird, der höchste Wert der lokalen Netzspannung Uh mit dem Faktor 3 multipliziert wird, die beiden Produkte addiert werden und die Summe durch den Faktor 5 dividiert wird,
  - der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 wird ermittelt, indem die durchschnittliche lokale Netzspannung Ud mit dem Faktor 3 multipliziert wird, der niedrigste Wert der lokalen Netzspannung Un mit dem Faktor 2 multipliziert wird, die beiden Produkte addiert werden und die Summe durch den Faktor 5 dividiert wird.

Haben beispielsweise der Grossteil der Netzzweige eines Stromnetzes 4 einen lokalen Energieüberschuss B, so hat sehr oft auch das gesamte Stromnetz 4 einen Energieüberschuss. Dies bedeutet vereinfacht erklärt, dass die Generatoren der zentralen Energieerzeuger auf Grund des Energieüberschusses weniger gebremst werden und daher schneller drehen und somit die Netzfrequenz Fl ansteigt. Die Netzfrequenz Fl verändert sich immer im gesamten Stromnetz 4 und weist daher auch an jeder Stelle des Stromnetzes 4 annähernd die gleichen Werte auf. Daher ist es sinnvoll, die Netzfrequenz Fl als Indikator bei den dezentralen Energiesystemen 3 für einen flächendeckenden Energieüberschuss oder ein flächendeckendes Energiedefizit heranzuziehen und als Faktor zur Berücksichtigung des gesamten Stromnetzzustandes in die lokale spannungsabhängige Steuerung einzubringen. In den Stromnetzen 4 der Zukunft wird vermehrt Energie mit dezentralen Energiesystemen 3 eingespeist und gespeichert, was zur Folge hat, dass die schwach dimensionierten Netzzweige der Stromnetze 4 immer im lokalen Gleichgewicht zwischen Energieeinspeisung und Energieverbrauch gehalten werden müssen, um nicht überlastet zu werden. Dieses Gleichgewicht wird, wie beschrieben, durch Steuerung der dezentralen Energiesysteme 3 über die lokale Messung und Auswertung der lokalen Netzspannung Ul bestmöglich hergestellt. Befindet sich jedoch das gesamte Stromnetz 4 nicht im optimalen Gleichgewicht, so kann dies durch Auswertung der lokal gemessenen Netzfrequenz Fl bei den dezentralen Energiesystemen 3 festgestellt werden und auf die spannungsabhängige Steuerung der dezentralen Energiesysteme 3 einen Einfluss haben. Durch eine geringe Veränderung der Spannungsschwellwerte Us auf Grund einer einen Netzfrequenzgrenzwert Fs überschreitenden Netzfrequenz Fl wird ein Faktor zur Berücksichtigung des gesamten Stromnetzzustandes in die lokale spannungsabhängige Steuerung eingebracht. Für den Zeitraum, in dem die Netzfrequenz Fl niederer als ein vorgegebener niedrigerer Netzfrequenzgrenzwert Fs2 ist, und im gesamten Stromnetz 4 ein Energiedefizit zu erkennen ist, wird der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 und der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 um einen vorgegebenen Faktor erhöht und somit die Zeit der Energieeinspeisung durch die

dezentralen Energiesysteme 3 erhöht und die Zeit der Energiespeicherung der dezentralen Energiesysteme 3 verringert. Für den Zeitraum, in dem die Netzfrequenz Fl höher als ein vorgegebener höherer Netzfrequenzgrenzwert Fs1 ist und im gesamten Stromnetz 4 ein Energieüberschuss zu erkennen ist, wird der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 und der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 um einen vorgegebenen Faktor reduziert und somit die Zeit der Energieeinspeisung durch die dezentralen Energiesysteme 3 verringert und die Zeit der Energiespeicherung der dezentralen Energiesysteme 3 erhöht. Eine minimale Veränderung der Spannungsschwellwerte Us zugunsten der Stabilität des gesamten Stromnetzes 4 ist ein zusätzlicher Beitrag des dezentralen Energiesystems 3 auf die einzelnen Netzzweige des Niederspannungsnetzes für ein bestmögliches Gleichgewicht zwischen gesamt eingespeister Energie und gesamt verbrauchter Energie und somit einer Verbesserung der Energienutzung im gesamten Stromnetz 4.

[0016] Alle in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Kombinationen von Merkmalen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination von Merkmalen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar.

[0017] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten und Modifikationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Bezugszeichenliste Fig. 1:

[0018]

1... Vorrichtung

2... Steuereinrichtung

3... dezentrales Energiesystem

4... Stromnetz

5... Ausgang

6... Eingang

7... Kraftstoff

Bezugszeichenliste Fig. 2:

[0019]

Ul... lokale Netzspannung

Ud... durchschnittliche lokale Netzspannung

Us... Spannungsschwellwerte:

- Us1... höhere Wert der Spannungsschwellwerte
- Us2... niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte

Un... niedrigster Wert der lokalen Netzspannung

Uh... höchster Wert der lokalen Netzspannung

A... lokales Energiedefizit

B... lokaler Energieüberschuss

Diagrammachsenbezeichnung Fig. 2:

t/h... Zeit in Stunden

U/V... Spannung in Volt

Bezugszeichenliste Fig. 3:

[0020]

Fl...	Netzfrequenz
Fn...	Normfrequenz
Fs...	Netzfrequenzgrenzwerte:
Fs1...	höherer Netzfrequenzgrenzwert
Fs2...	niedrigerer Netzfrequenzgrenzwert
Ul...	lokale Netzspannung
Ud...	durchschnittliche lokale Netzspannung
Us...	Spannungsschwellwerte:
Us1...	höherer Wert der Spannungsschwellwerte
Us2...	niedrigerer Wert der Spannungsschwellwerte
A...	lokales Energiedefizit
B...	lokaler Energieüberschuss

Diagrammachsenbezeichnung Fig. 3:

t/h...	Zeit in Stunden
f/Hz...	Frequenz in Hertz
U/V...	Spannung in Volt

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Verbesserung der Energienutzung, mit einem an das Stromnetz (4) angeschlossenen dezentralen Energiesystem (3), wobei das dezentrale Energiesystem (3) einen Eingang (6) zum Empfang von Steuerungsbefehlen besitzt, gekennzeichnet durch eine an den Eingang (6) des dezentralen Energiesystems (3) und an das Stromnetz (4) angeschlossene Steuereinrichtung (2), welche zur Ermittlung der lokalen Netzspannung Ul des Stromnetzes (4) ausgebildet ist, weiter zur Ermittlung von Spannungsschwellwerten Us auf Basis der Werte der lokalen Netzspannung Ul und in Abhängigkeit vom niedrigsten Wert der lokalen Netzspannung Un oder höchsten Wert der lokalen Netzspannung Uh in einem definierten Zeitraum ausgebildet ist, und weiter zur Sendung von Steuerungsbefehlen an das dezentrale Energiesystem (3) für eine lokale energieeffiziente Steuerung des Energieflusses zwischen dem dezentralen Energiesystem (3) und dem Stromnetz (4) bei Überschreitung der Spannungsschwellwerte Us durch die lokale Netzspannung Ul ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (2) zur Ermittlung der Netzfrequenz Fl des Stromnetzes (4) ausgebildet ist, und weiter zur Veränderung der Spannungsschwellwerte Us um einen vorgegebenen Faktor bei Überschreitung eines vorgegebenen Netzfrequenzgrenzwertes Fs ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das dezentrale Energiesystem (3) ein Mittel zur Einspeisung von elektrischer Energie in das Stromnetz (4) aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das dezentrale Energiesystem (3) ein Mittel zur Speicherung von elektrischer Energie aus dem Stromnetz (4) aufweist.
5. Verfahren zur Verbesserung der Energienutzung mittels einem an das Stromnetz (4) angeschlossenen dezentralen Energiesystem (3), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
   – Ermitteln der lokalen Netzspannung Ul des Stromnetzes (4);
   – Ermitteln der Spannungsschwellwerte Us auf Basis der Werte der lokalen Netzspannung Ul und in Abhängigkeit vom niedrigsten Wert der lokalen Netzspannung Un oder höchsten Wert der lokalen Netzspannung Uh in einem definierten Zeitraum;
   – Bewirken von vorgegebenen Vorgängen im dezentralen Energiesystem (3) für eine lokale energieeffiziente Anpassung des Energieflusses zwischen dem dezentralen Energiesystem (3) und dem Stromnetz (4) bei Überschreitung eines Spannungsschwellwertes Us durch die lokale Netzspannung Ul.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Netzfrequenz Fl des Stromnetzes (4) lokal ermittelt wird und bei Überschreitung eines vorgegebenen Frequenzgrenzwertes Fs die Spannungsschwellwerte Us um einen vorgegebenen Faktor verändert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das dezentrale Energiesystem (3) unter Berücksichtigung der lokalen Netzspannung Ul und der Spannungsschwellwerte Us elektrische Energie in das Stromnetz (4) einspeist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das dezentrale Energiesystem (3) unter Berücksichtigung der lokalen Netzspannung Ul und der Spannungsschwellweite Us elektrische Energie aus dem Stromnetz (4) speichert.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 als Wert zwischen der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud über einen definierten Zeitraum und dem niedrigsten Wert der lokalen Netzspannung Un in einem definierten Zeitraum ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 als Wert zwischen der durchschnittlichen lokalen Netzspannung Ud über einen definierten Zeitraum und dem höchsten Wert der lokalen Netzspannung Uh in einem definierten Zeitraum ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass für den Zeitraum, in dem die Netzfrequenz Fl niederer als ein vorgegebener niedrigere Netzfrequenzgrenzwert Fs2 ist, der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 und der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 um einen vorgegebenen Faktor erhöht werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass für den Zeitraum in dem die Netzfrequenz Fl höher als ein vorgegebener höherer Netzfrequenzgrenzwert Fs1 ist, der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 und der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 um einen vorgegebenen Faktor reduziert werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass für den Zeitraum, in dem die lokale Netzspannung Ul niederer als der niedrigere Wert der Spannungsschwellwerte Us2 ist, das dezentrale Energiesystem (3) elektrische Energie in das Stromnetz (4) einspeist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass für den Zeitraum, in dem die lokale Netzspannung Ul höher als der höhere Wert der Spannungsschwellwerte Us1 ist, das dezentrale Energiesystem (3) elektrische Energie aus dem Stromnetz (4) speichert.

Fig. 1

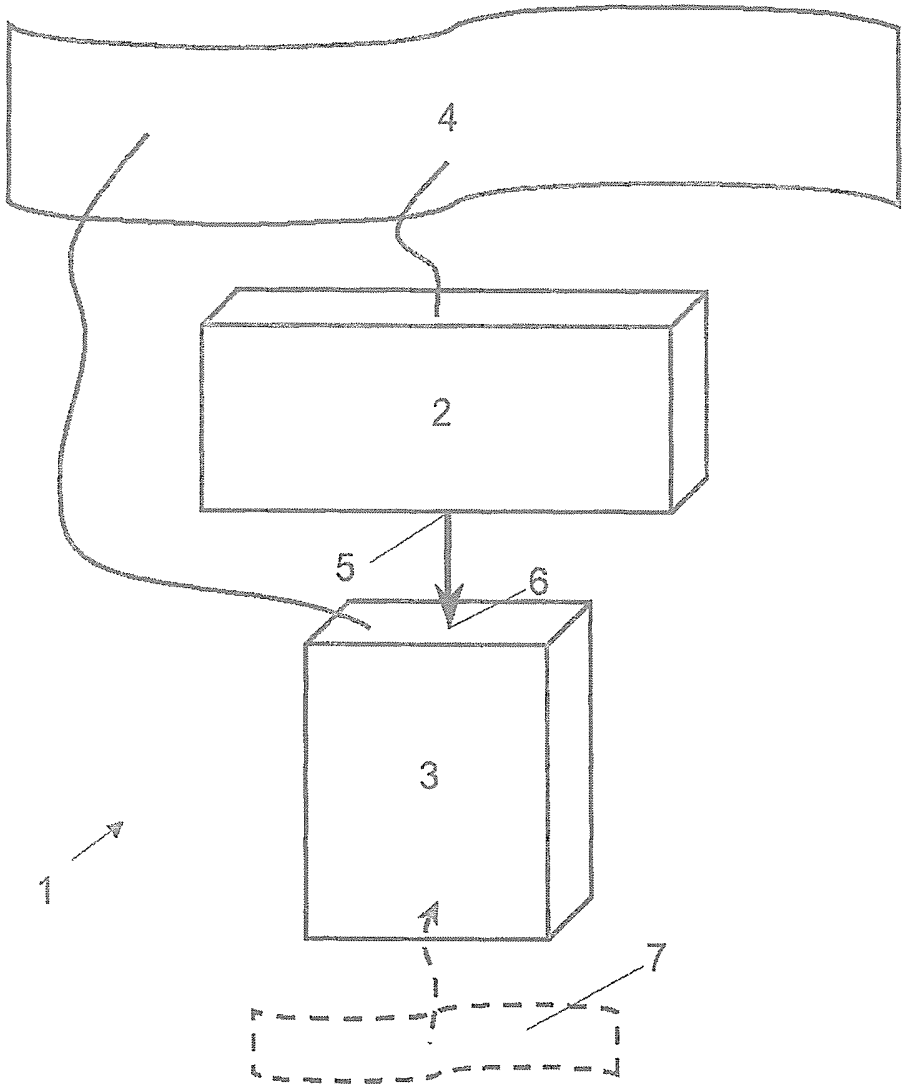


Fig. 2

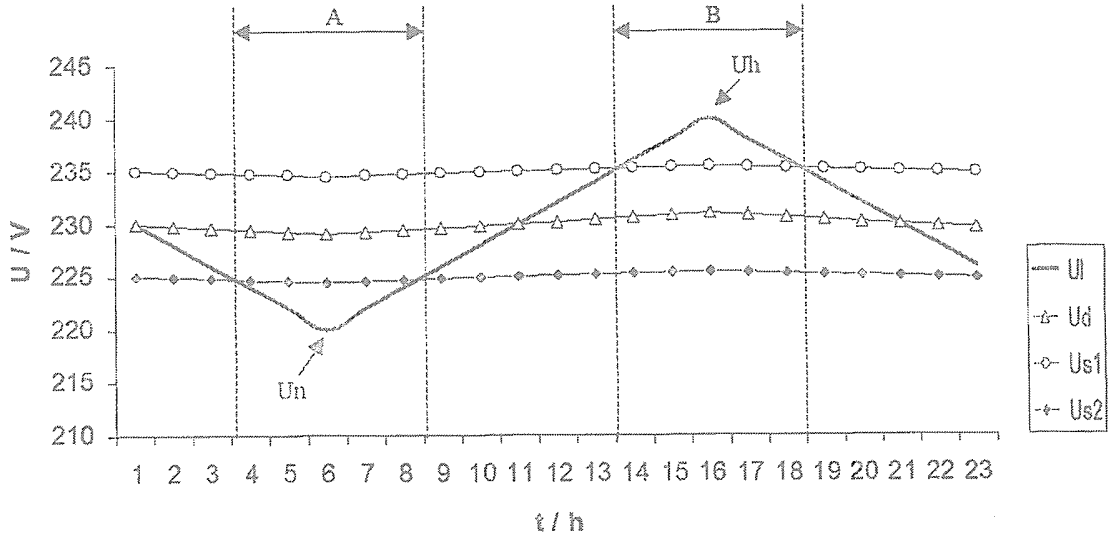
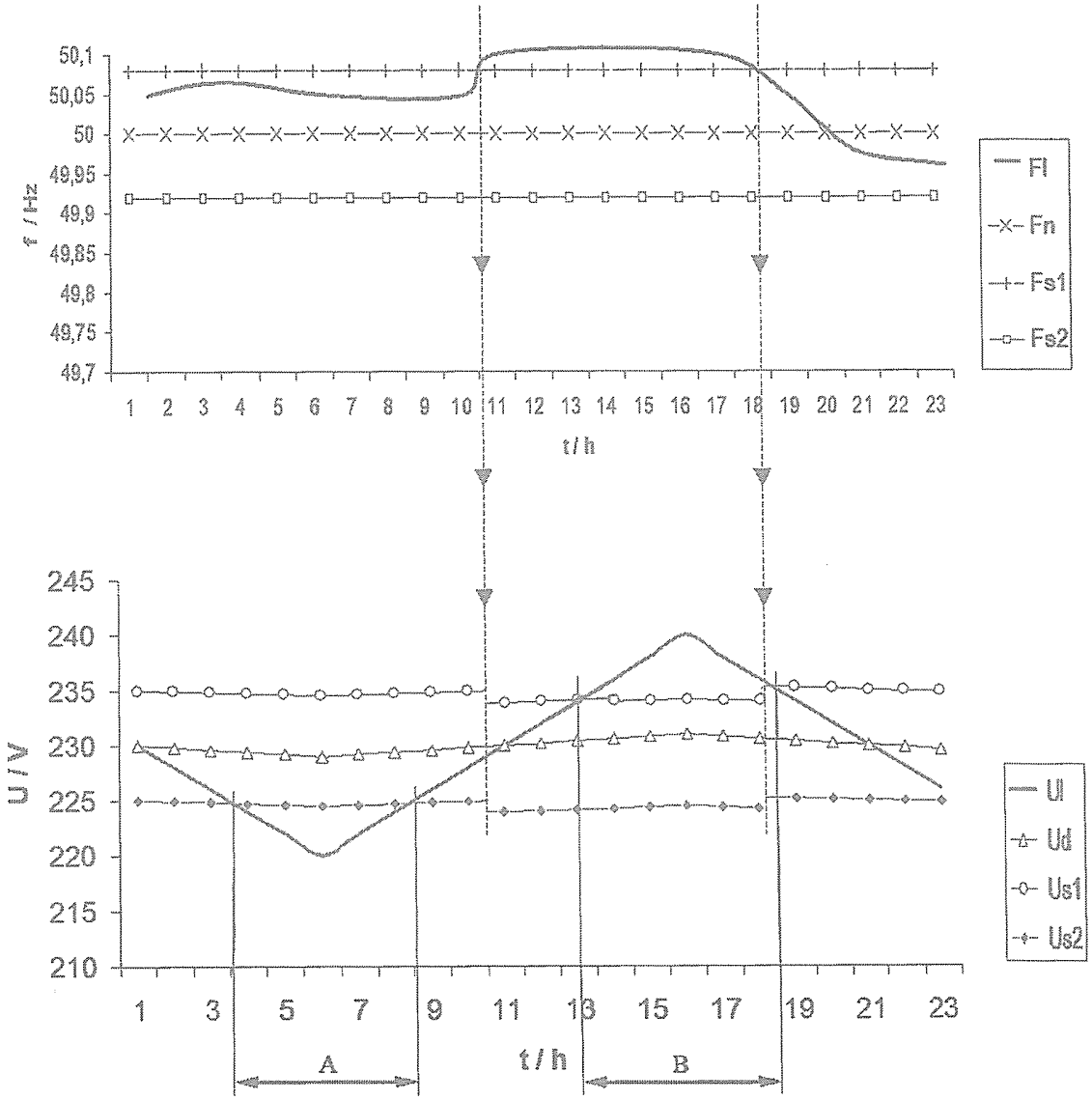

A
B
Uh
Un
245
240
235
230
225
220
215
210
U / V
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
t / h
Ul
Ud
Us1
Us2

Fig. 3


50,1
50,05
50
49,95
49,9
49,85
49,8
49,75
49,7
f / Hz
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
t / h
Fl
Fn
Fs1
Fs2
245
240
235
230
225
220
215
210
U / V
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23
t / h
A
B
Ul
Ud
Us1
Us2