

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50074/2014 (51) Int. Cl.: **H02J 3/14** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 31.01.2014 **H02J 3/26** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2020 **H02J 7/02** (2006.01)

| | |
|--|---|
| (56) Entgegenhaltungen: EP 2672603 A1 DE 102011078047 A1 DE 102009060364 A1 DE 102010020609 A1 | (73) Patentinhaber: AIT Austrian Institute of Technology GmbH 1220 Wien (AT) (74) Vertreter: Wildhack & Jellinek Patentanwälte OG 1030 Wien (AT) |
|--|---|

(54) **Verfahren zum Anschluss von zweipoligen Schaltkreiselementen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anschluss eines zweipoligen Schaltkreiselements, insbesondere eines Verbrauchers, eines Generators oder eines Akkumulators, an ein mehrphasiges Wechselspannungsnetzwerk, dadurch gekennzeichnet, dass

- zumindest zwei Spannungen (V_1, \dots, V_n) zwischen den Anschlüssen des Wechselspannungsnetzwerk, insbesondere für alle Phasen die Spannung (V_1, \dots, V_n) zwischen jeweils einer Phase und dem Nullleiter, ermittelt werden,
- dass eine Anzahl von Schaltkonfigurationen vorgegeben wird, mit der das Element an das Wechselspannungsnetzwerk anschließbar ist, wobei jene Schaltkonfiguration ausgewählt wird, bei der der Unterschied zwischen der größten ermittelten Spannung (V_1, \dots, V_n) und der kleinsten ermittelten Spannung unter allen möglichen Schaltkonfigurationen am geringsten ist, und
- dass die Spannungsmessung des Schritts a) in Zeitabständen wiederholt wird und die Auswahl der Schaltkonfiguration gemäß Schritt b) bei Änderung der ermittelten Spannungen wiederholt wird.

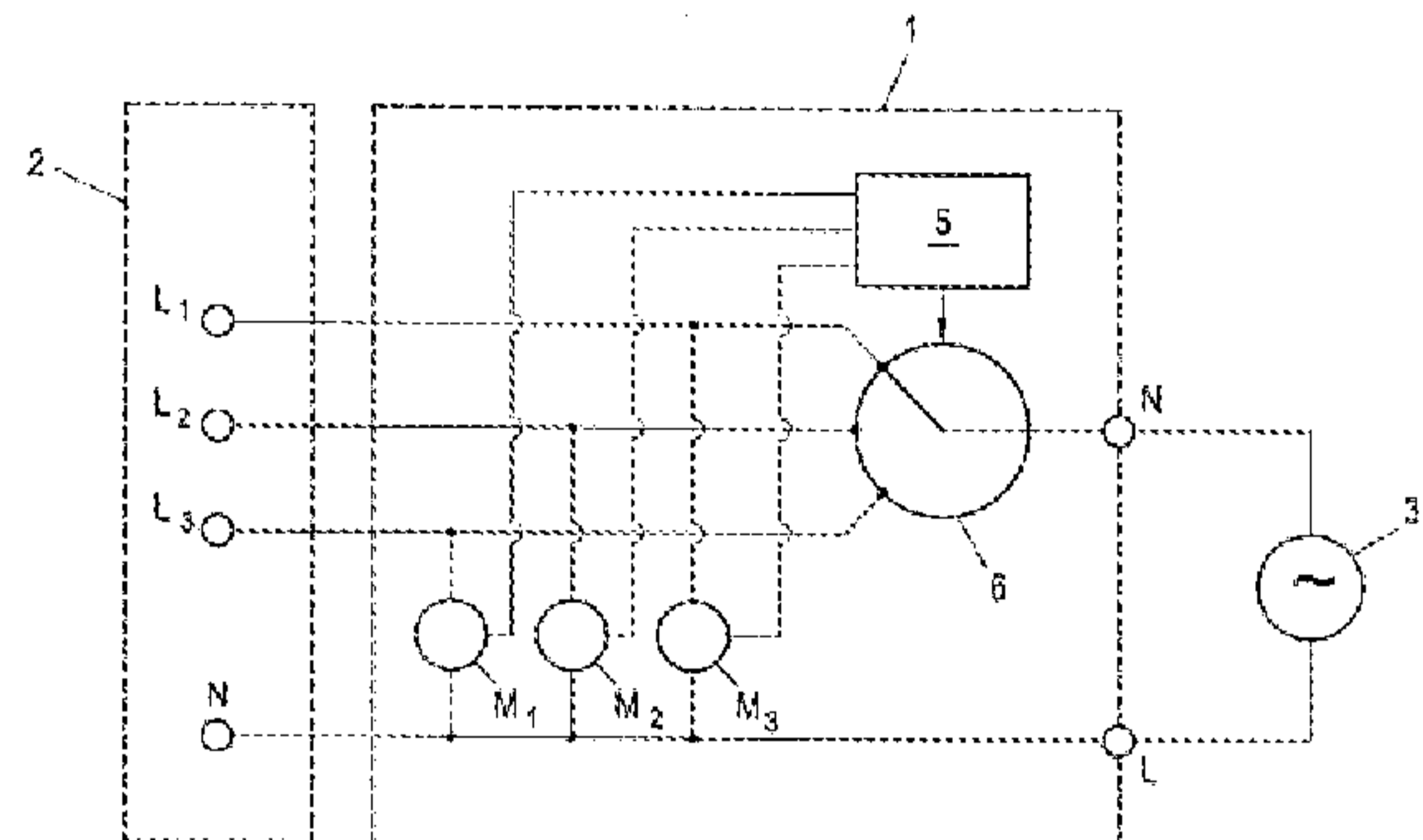


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anschluss eines zweipoligen Schaltkreiselements, insbesondere eines Verbrauchers an ein Wechselspannungsnetzwerk gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Weiters betrifft die Erfindung eine Anordnung umfassend ein mehrphasiges Wechselspannungsnetzwerk und ein zweipoliges Schaltkreiselement, insbesondere ein Verbraucher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10.

[0002] Die Leistungsgrenze, ab der dezentrale Erzeugungsanlagen in Niederspannungsnetzen 3-phasig einspeisen müssen ist niedrig gehalten um die Spannungsanhebung zu begrenzen. Der Grund liegt darin, dass einphasige Erzeuger die sechsfache Spannungsanhebung als dreiphasige Erzeugungsanlagen verursachen. Somit wird das normative festgelegte Spannungsband stärker beansprucht und die anschließbare Leistung ist gering und die Netzaufnahmefähigkeit begrenzt. Neuerlich wurden verschiedenen Konzepte zur Spannungsregelung anhand einer Blind- bzw. Wirkleistungsregelung entwickelt, um die durch die Einspeisung verursachte Spannungsanhebung zu reduzieren. Auf Grund der eingeschränkten Wirksamkeit dieser Methoden in Niederspannungsnetzen und der Nebenwirkungen wie z.B. die Erhöhung der Netzverluste auf Grund des Blindleistungsbezugs bestehen erhebliche Nachteile. Aufgabe der Erfindung ist es, das benötigte Spannungsband bei allen Netzverhältnissen drastisch zu reduzieren.

[0003] Die Erfindung löst die Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art mit dem kennzeichnenden Merkmal des Patentanspruchs 1. Bei einem Verfahren zum Anschluss eines zweipoligen Schaltkreiselements, insbesondere eines Verbrauchers, eines Generators oder eines Akkumulators, an ein mehrphasiges Wechselspannungsnetzwerk ist vorgesehen, dass zumindest zwei Spannungen (V_1, \dots, V_n) zwischen den Anschlüssen des Wechselspannungsnetzwerk, insbesondere für alle Phasen die Spannung (V_1, \dots, V_n) zwischen jeweils einer Phase und dem Nullleiter, ermittelt werden,

b) dass eine Anzahl von Schaltkonfigurationen vorgegeben wird, mit der das Element an das Wechselspannungsnetzwerk anschließbar ist, wobei jene Schaltkonfiguration ausgewählt wird, bei der der Unterschied zwischen der größten ermittelten Spannung (V_1, \dots, V_n) und der kleinsten ermittelten Spannung unter allen möglichen Schaltkonfigurationen am geringsten ist, und

c) dass die Spannungsmessung des Schritts a) in Zeitabständen wiederholt wird und die Auswahl der Schaltkonfiguration gemäß Schritt b) bei Änderung der ermittelten Spannungen wiederholt wird.

[0004] Eine besonders einfache Ermittlung der Phasenspannungen sieht vor, dass in Schritt a) jeweils diejenigen Spannungen (V_1, \dots, V_n) ermittelt werden, die bei den vorgegebenen Schaltkonfigurationen am jeweiligen Schaltkreiselement anliegen.

[0005] Alternativ kann vorgesehen sein, dass in Schritt a) die Phasenspannungen, nämlich die Spannungen (V_1, \dots, V_n) zwischen dem Nullleiter und dem jeweiligen Phasenanschluss, ermittelt werden.

[0006] Eine bevorzugte Auswahl von möglichen Schaltkonfigurationen bei Mehrphasennetzwerken sieht vor, dass für jede Phase jeweils eine Schaltkonfiguration vorgegeben wird, wobei jeweils einer der Anschlüsse des Elements mit dem Nullleiter und der jeweils andere Anschluss des Elements mit der jeweiligen Phase verbunden wird.

[0007] Um momentane Spannungsschwankungen gegenüber langfristigen Spannungsschwankungen unter zu gewichten, kann vorgesehen sein, dass bei der Messung der Spannung (V_1, \dots, V_n) jeweils ein über mehrere Sekunden bis Minuten gemittelter Wechselspannungsmittelwert ermittelt wird.

[0008] Sofern als zweipoliges Element ein Generator verwendet wird, kann vorgesehen sein, dass die Phase mit der geringsten Spannung gewählt wird und dass jeweils diejenigen Schaltkonfiguration ermittelt wird, bei der das zweipolige Element mit einem Anschluss an den Nullleiter und mit dem anderen Anschluss an die Phase mit der geringsten Spannung angeschlossen

wird.

[0009] Sofern als zweipoliges Element ein Verbraucher oder zu ladender Akkumulator verwendet wird, kann vorgesehen sein, dass jeweils diejenige Schaltkonfiguration gewählt wird, bei der das zweipolige Element mit einem Anschluss an den Nullleiter und mit dem anderen Anschluss an die Phase mit der größten Spannung angeschlossen wird.

[0010] Eine besonders einfache und numerisch stabile und leicht umzusetzende Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die vom zweipoligen Element abgegebene oder aufgenommene Leistung (P) ermittelt wird und das Verhältnis zwischen der ermittelten Leistung (P) und einer für das Element vorgegebenen Nennleistung (P_{\max}) ermittelt wird, und eine Umschaltung nur dann vorgenommen wird, wenn

a) für den Fall, dass das Element ein Verbraucher oder ein zu ladender Akkumulator ist:

$$\max(V_1, \dots, V_n) - \Delta V * P / P_{\max} < V_{PH} + V_{Hyst}, \text{ oder}$$

b) für den Fall, dass das Element ein Erzeuger oder ein zu entladender Akkumulator ist:

$$\min(V_1, \dots, V_n) + \Delta V * P / P_{\max} > V_{PH} - V_{Hyst}$$

wobei ΔV einen vorgegebenen Spannungsparameter zwischen 2% und 10% der Netzspannung bezeichnet, V_{PH} die Spannung an der aktuell gewählten Phase bezeichnet und V_{Hyst} eine Hysteresespannung bezeichnet, der höchstens 5% des Spannungsparameters ΔV aber nicht weniger als 1% der Netzspannung beträgt.

[0011] Eine bevorzugte Verwendung von Akkumulatoren zur Spannungsstabilisierung sieht vor, dass als zweipoliges Element ein Akkumulator gewählt wird, der bei Überschreitung eines oberen Spannungsschwellenwerts durch eine der ermittelten Spannungen (V_1, \dots, V_n) in einen Ladezustand gebracht wird und bei Unterschreitung eines unteren Spannungsschwellenwerts durch eine der ermittelten Spannungen (V_1, \dots, V_n) in einen Entladezustand gebracht wird.

[0012] Die Erfindung löst die Aufgabe bei einer Anordnung der eingangs genannten Art mit dem kennzeichnenden Merkmal des Patentanspruchs 1. Bei einem Verfahren zum Anordnen umfassend ein mehrphasiges Wechselspannungsnetzwerk und ein zweipoliges Schaltelement, insbesondere einen Verbraucher, einen Generator oder einen Akkumulator, ist vorgesehen, dass a) eine an das Wechselspannungsnetzwerk angeschlossene Messeinrichtung zur Messung von Spannungen (V_1, \dots, V_n) zwischen den Anschlüssen des Wechselspannungsnetzwerks, insbesondere der Spannung (V_1, \dots, V_n) zwischen jeweils einer Phase und dem Nullleiter für alle Phasen,

b) ein an das Wechselspannungsnetzwerk sowie an das Element angeschlossenes Schaltnetzwerk mit dem eine Anzahl von Schaltkonfigurationen einstellbar ist, mit der das Element an das Wechselspannungsnetzwerk abschließbar ist, sowie

c) eine an die Messeinheit und an das Schaltnetzwerk angeschlossene Steuereinheit, die jene Schaltkonfiguration auswählt, bei der der Unterschied zwischen der größten ermittelten Spannung (V_1, \dots, V_n) und der kleinsten ermittelten Spannung unter allen möglichen Schaltkonfigurationen am geringsten ist, und die die Messeinrichtung wiederholt in vorgegebenen Zeitabständen triggert und die Auswahl der Schaltkonfiguration gegebenenfalls erneut veranlasst.

[0013] Eine besonders einfache Ermittlung der Phasenspannungen sieht vor, dass die Messeinheit jeweils diejenige Spannungen (V_1, \dots, V_n) ermittelt, die bei den einzelnen Schaltkonfigurationen am jeweiligen Element anliegen.

[0014] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Messeinheit die Phasenspannungen, nämlich die Spannungen (V_1, \dots, V_n) zwischen dem Nullleiter und dem jeweiligen Phasenanschluss, ermittelt.

[0015] Eine bevorzugte Auswahl von möglichen Schaltkonfigurationen bei Mehrphasennetzwerken sieht vor, dass das Schaltnetzwerk für jede Phase jeweils eine Schaltkonfiguration aufweist, bei der einer der Anschlüsse des Elements mit dem Nullleiter und der jeweils andere Anschluss des Elements mit der jeweiligen Phase verbunden ist.

[0016] Um momentane Spannungsschwankungen gegenüber langfristigen Spannungsschwankungen

kungen unter zu gewichten, kann vorgesehen sein, dass die Messeinheit bei der Messung der Spannung (V_1, \dots, V_n) jeweils ein über mehrere Sekunden bis Minuten gemittelter Wechselspannungsmittelwert ermittelt.

[0017] Sofern als zweipoliges Element ein Generator verwendet wird, kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit diejenige Phase auswählt, die die geringste Spannung gegenüber dem Nulleiter aufweist und dass die Steuereinheit eine Schaltkonfiguration beim Schaltnetzwerk vornimmt, und das zweipolige Element mit einem Anschluss mit Nulleiter und den anderen Anschluss mit der Phase mit der geringsten Spannung verbindet.

[0018] Sofern als zweipoliges Element ein Verbraucher oder zu ladender Akkumulator verwendet wird, kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit diejenige Phase auswählt, die die größte Spannung gegenüber dem Nulleiter aufweist und dass die Steuereinheit eine Schaltkonfiguration beim Schaltnetzwerk vornimmt, und das zweipolige Element mit einem Anschluss mit Nulleiter und den anderen Anschluss mit der Phase mit der größten Spannung verbindet.

[0019] Eine besonders einfache und numerisch stabile und leicht umzusetzende Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass eine Leistungsmesseinheit vorgesehen ist, die vom zweipoligen Element abgegebene oder aufgenommene Leistung (P) ermittelt und an die Steuereinheit übermittelt und das Verhältnis zwischen der ermittelten Leistung (P) und einer für das Element vorgegebenen Nennleistung (P_{\max}) ermittelt, wobei die Steuereinheit eine Umschaltung nur dann vornimmt, wenn

a) für den Fall, dass das Element ein Verbraucher oder ein zu ladender Akkumulator ist:

$$\max(V_1, \dots, V_n) - \Delta V * P / P_{\max} < V_{PH} + V_{Hyst}, \text{ oder}$$

b) für den Fall, dass das Element ein Erzeuger oder ein zu entladender Akkumulator ist:

$$\min(V_1, \dots, V_n) + \Delta V * P / P_{\max} > V_{PH} - V_{Hyst}$$

wobei ΔV einen vorgegebenen Spannungsparameter zwischen 2% und 10% der Netzspannung bezeichnet, V_{PH} die Spannung an der aktuell gewählten Phase bezeichnet und V_{Hyst} eine Hysteresespannung bezeichnet, der höchstens 5% des Spannungsparameters ΔV aber nicht weniger als 1% der Netzspannung beträgt.

[0020] Eine bevorzugte Verwendung von Akkumulatoren zur Spannungsstabilisierungen sieht vor, dass eine Umschaltung von der Steuereinheit nach einer einstellbaren fixen oder variablen Verzögerung (z.B. Zeit-invers Charakteristik) ausgeführt wird.

[0021] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der folgenden Zeichnungsfiguren dargestellt:

[0022] Fig. 1 zeigt schematisch eine mögliche Umschaltung zwischen einzelnen Phasen.

[0023] Fig. 2 zeigt schematisch eine Anordnung zum Anschluss an ein Mehrphasennetzwerk.

[0024] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Vorgehensweise für Erzeuger 3 dargestellt und lediglich die Unterschiede für Verbraucher erörtert.

[0025] In Fig. 1 ist eine Anordnung 1 zur automatischen Phasenzuweisung einphasiger Erzeuger 3 oder auch einphasiger Verbrauchsanlagen oder Verbraucher im laufenden Betrieb bei dreiphasigen Anschlusspunkten dargestellt. Die Anordnung 1 ist zwischen Erzeuger 3 und an die drei Leiter L_1, L_2, L_3 und den Neutralleiter N des Netzes 2 angeschlossen. Die andere Seite der Anordnung 1 hat zwei Anschlüsse L, N . Ein Anschluss des Erzeugers 3 ist an den Neutralleiter N angeschlossen, der andere Anschluss wird über eine Schalteinheit an je einen Leiter L_1, L_2, L_3 des Netzes 2 angeschlossen. In der Fig. 1 ist das Schaltprinzip dargestellt. Zu jedem Zeitpunkt ist der Phasenanschluss L nur mit einer der Phasen L_1, L_2, L_3 des Mehrphasennetzwerks 2 verbunden (L_1, L_2 , oder L_3).

[0026] Die Umschaltung erfolgt unter Berücksichtigung des mittels dreier Spannungsgeräte M_1, M_2, M_3 gemessenen Spannungen V_1, V_2, V_3 auf den Phasen L_1, L_2, L_3 . Ein Erzeuger 3 wird auf die Phase L_1, L_2, L_3 mit der tiefsten Spannung zugeschaltet, um die Spannung an dieser Phase L_1, L_2, L_3 anzuheben und so eine möglichst kleine Spannungsanhebung am Einspeisepunkt zu

verursachen. Verbraucher - in den Figuren nicht dargestellt - werden auf die Phase mit der jeweils höchsten Spannung geschaltet. Durch die Umschaltung der Verbraucher 4 auf Phasen L_1 , L_2 , L_3 mit höherer Spannung werden diese abgesenkt.

[0027] Speicher sind im Einspeisebetrieb genauso zu betrachten wie Erzeuger 3 und im Ladebetrieb wie Verbraucher.

[0028] Die Entscheidung, ob oder wann umgeschaltet werden soll, erfolgt auf Grund der Spannungsmessung mit den Messeinrichtungen M_1 , M_2 , M_3 an den Phasen L_1 , L_2 , L_3 und wird von einer Steuereinheit 5 getroffen. Der Steuereinheit 5 ist eine Schalteinheit 6 nachgeschaltet, die die Phasenumschaltung vornimmt. Ist der Spannungsunterschied zwischen der Spannung V_{PH} der Phase in die aktuell eingespeist wird und der Spannung V_{min} der Phase mit der geringsten Spannung größer als ein voreingestellter Spannungsparameter ΔV , wird der Anschluss des Erzeugers 3 auf die Phasen mit der geringsten Spannung V_{min} umgeschaltet. Der Spannungsparameter ΔV wird dabei etwa auf einen Wert festgelegt, der der Auswirkung des Erzeugers 3 auf die Phasenspannung entspricht, d.h. auf die Differenz zwischen der Netzspannung vor und nach dem Anschluss des Erzeugers 3 an das Netz 2. Somit werden nur Umschaltungen durchgeführt, die tatsächlich zu einer Verbesserung führen.

[0029] Der Spannungsparameter ΔV kann auch im Rahmen einer Lernphase ermittelt werden, wodurch eine individuelle, standortabhängige und manuelle Konfiguration vermieden wird. In der Lernphase schaltet die Vorrichtung über einen definierten Zeitraum bei verschiedenen Leistungen um. Nach statistischer Auswertung kann die erreichbare Spannungsvariation in Abhängigkeit der Leistung ermittelt werden.

[0030] Die gesamte Anordnung 1 kann als eigenständiges Gerät vorgeschaltet oder in Erzeuger 3 oder in Verbrauchern integriert sein.

[0031] Insbesondere wird im Zuge des Lernvorgangs eine Hysterese-Spannung V_{Hyst} bestimmt, die 5 % des Spannungsparameters ΔV aber nicht weniger als 1 % der Nennspannung beträgt. Für den Fall, dass das Element ein Verbraucher oder ein zu ladender Akkumulator ist, kann eine Umschaltung dann vorgenommen werden, wenn:

$$\max(V_1, \dots, V_n) - \Delta V * P / P_{max} < V_{PH} + V_{Hyst}$$

[0032] Für den Fall, dass das Element ein Erzeuger 3 oder ein zu entladender Akkumulator ist, wird eine Umschaltung vorteilhaft dann vorgenommen, wenn:

$$\min(V_1, \dots, V_n) + \Delta V * P / P_{max} > V_{PH} - V_{Hyst}$$

[0033] Der vorgegebene Spannungsparameter ΔV liegt dabei zwischen 2 % und 10 % der Netzspannung. Die Spannung V_{PH} entspricht der Spannung in der aktuell gewählten Phase. V_{Hyst} entspricht, wie bereits erwähnt, der in der Leerphase ermittelten hysteresen Spannung.

[0034] C: Für die unterbrechungslose Umschaltung zwischen den Phasen wird eine Schaltung gemäß Fig. 3 verwendet, die eine Umschaltung mittels Thyristoren $Th_{1,1}$, $Th_{1,2}$, $Th_{2,1}$, $Th_{2,2}$, $Th_{3,1}$, $Th_{3,2}$ zeigt. Die Ansteuerung für die Thyristoren $Th_{1,1}$, $Th_{1,2}$, $Th_{2,1}$, $Th_{2,2}$, $Th_{3,1}$, $Th_{3,2}$ wird von einer Steuereinheit vorgenommen, die eine gegenseitige Verriegelung der Thyristoren $Th_{1,1}$, $Th_{1,2}$, $Th_{2,1}$, $Th_{2,2}$, $Th_{3,1}$, $Th_{3,2}$ zur Vermeidung von Kurzschlüssen ermöglicht. Die Umschaltung zwischen den Phasen L_1 , L_2 , L_3 erfolgt vorzugsweise bei gleichen Momentanwerten der Spannungen V_1 , V_2 , V_3 der betroffenen Phasen, wie in Fig. 3 in den Punkten U_1 und U_2 dargestellt. Die Spannung V_{PH} der jeweils ausgewählten Phase ist fett, die übrigen Phasenspannungen V_1 , V_2 , V_3 schraffiert dargestellt. Dies entspricht einem Phasensprung von $\pm 120^\circ$, welches von modernen Erzeugern 3 nicht als Fehler gewertet wird. Bei Erzeugern 3, die den auftretenden Phasensprung von $\pm 120^\circ$ nicht ohne Abschaltung durchfahren können, wird der Zustand der Schalteinheit eingefroren, bis der Erzeuger 3 wieder im Einspeisebetrieb ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anschluss eines zweipoligen Schaltkreiselements, insbesondere eines Verbrauchers, eines Generators oder eines Akkumulators, an ein mehrphasiges Wechselspannungsnetzwerk, wobei
 - a) zumindest zwei Spannungen (V_1, \dots, V_n) zwischen den Anschlüssen des Wechselspannungsnetzwerk, insbesondere für alle Phasen die Spannung (V_1, \dots, V_n) zwischen jeweils einer Phase und dem Nullleiter, ermittelt werden,
 - b) dass eine Anzahl von Schaltkonfigurationen vorgegeben wird, mit der das Element an das Wechselspannungsnetzwerk anschließbar ist, wobei jene Schaltkonfiguration ausgewählt wird, bei der der Unterschied zwischen der größten ermittelten Spannung (V_1, \dots, V_n) und der kleinsten ermittelten Spannung unter allen möglichen Schaltkonfigurationen am geringsten ist, und
 - c) dass die Spannungsmessung des Schritts a) in Zeitabständen wiederholt wird und die Auswahl der Schaltkonfiguration gemäß Schritt b) bei Änderung der ermittelten Spannungen wiederholt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die vom zweipoligen Element abgegebene oder aufgenommene Leistung (P) ermittelt wird und das Verhältnis zwischen der ermittelten Leistung (P) und einer für das Element vorgegebenen Nennleistung (P_{\max}) ermittelt wird, und eine Umschaltung nur dann vorgenommen wird, wenn
 - für den Fall, dass das Element ein Verbraucher oder ein zu ladender Akkumulator ist:
$$\max (V_1, \dots, V_n) - \Delta V * P / P_{\max} < V_{PH} + V_{Hyst}, \text{ oder}$$
 - für den Fall, dass das Element ein Erzeuger oder ein zu entladender Akkumulator ist:
$$\min (V_1, \dots, V_n) + \Delta V * P / P_{\max} > V_{PH} - V_{Hyst}$$wobei ΔV einen vorgegebenen Spannungsparameter zwischen 2% und 10% der Netzspannung bezeichnet, V_{PH} die Spannung an der aktuell gewählten Phase bezeichnet und V_{Hyst} eine Hysteresespannung bezeichnet, der höchstens 5% des Spannungsparameters ΔV aber nicht weniger als 1% der Netzspannung beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei als zweipoliges Element ein Akkumulator gewählt wird, der bei Überschreitung eines oberen Spannungsschwellenwerts durch eine der ermittelten Spannungen (V_1, \dots, V_n) in einen Ladezustand gebracht wird und bei Unterschreitung eines unteren Spannungsschwellenwerts durch eine der ermittelten Spannungen (V_1, \dots, V_n) in einen Entladezustand gebracht wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

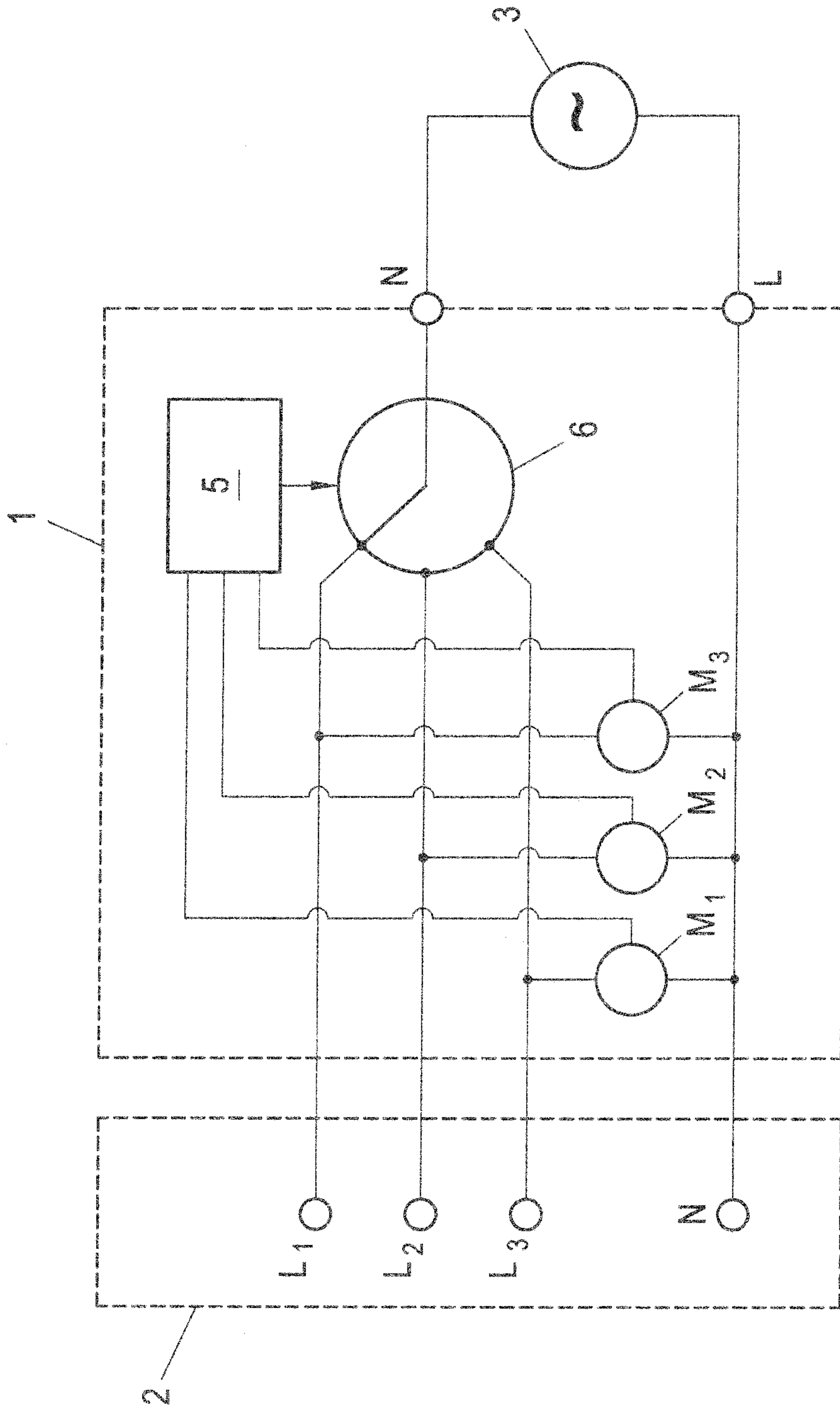
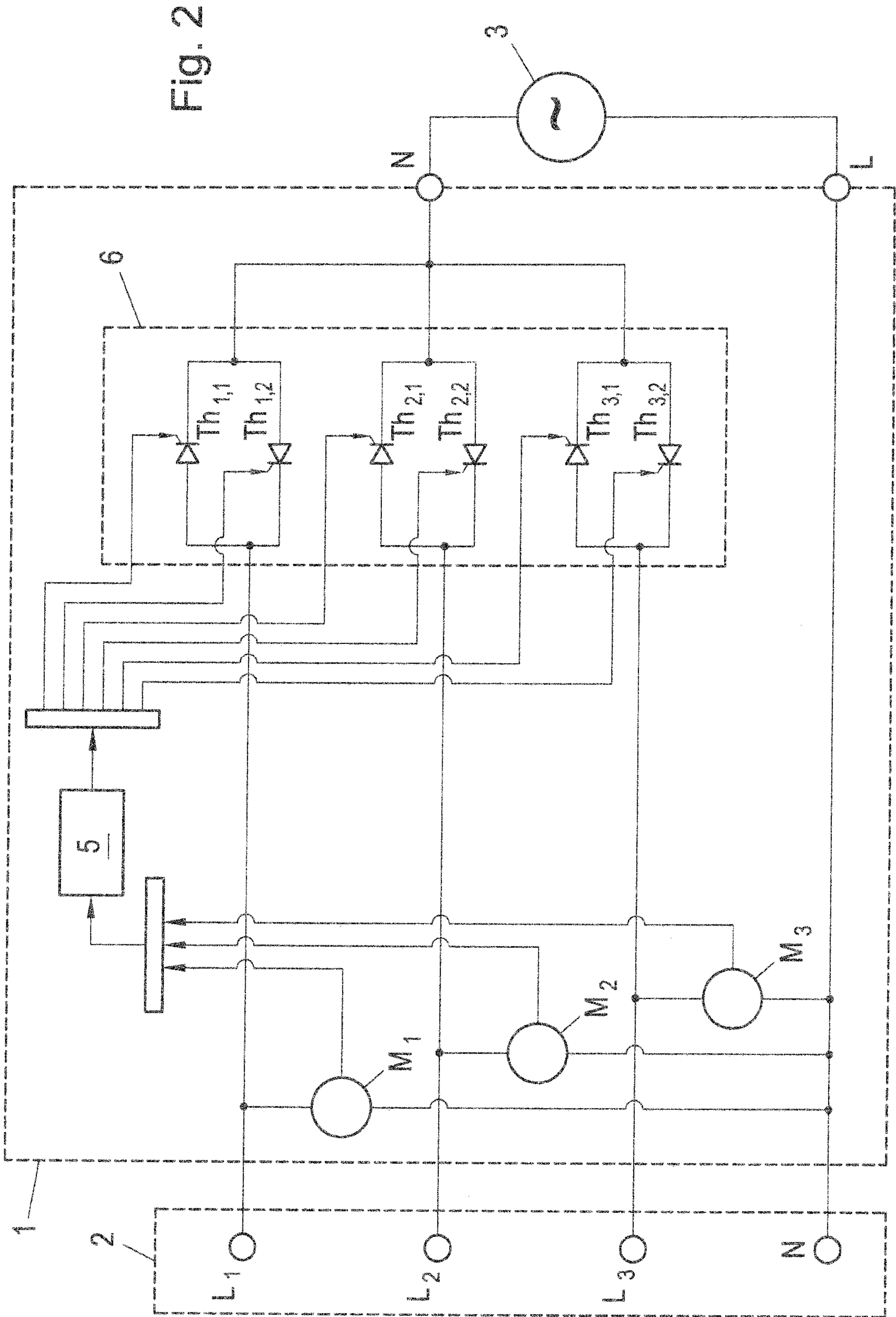


Fig. 1



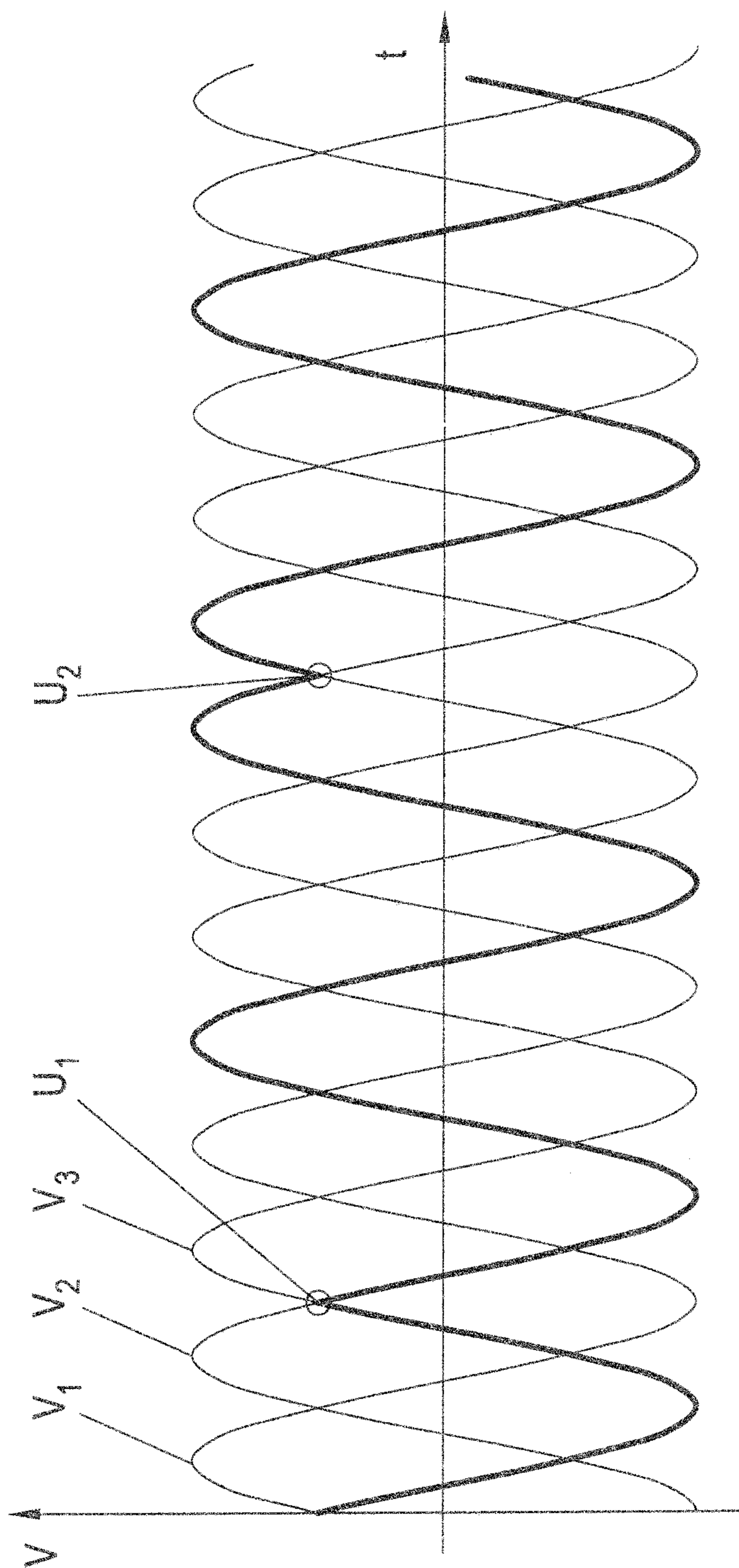


Fig. 3