

(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  
22. August 2013 (22.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/120675 A2**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/051268
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
24. Januar 2013 (24.01.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2012 202 187.6  
14. Februar 2012 (14.02.2012) DE
- (71) **Anmelder:** SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) **Erfinder:** MOSER, Jürgen; Ehrenbacher Str. 22, 91369 Wiesenthau (DE). KNAAK, Hans-Joachim; Lampertsbühl 47, 91054 Erlangen (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, PA, 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.

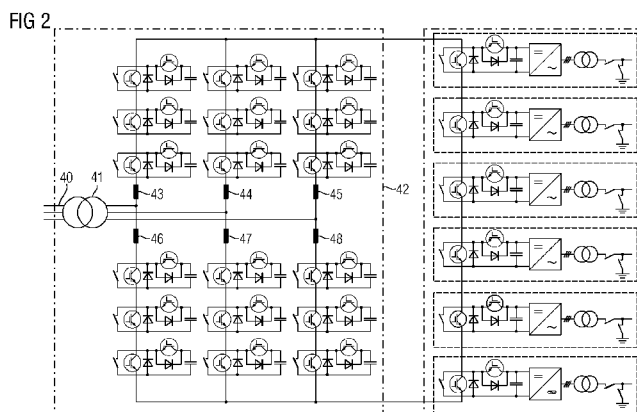
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** DISTRIBUTION SYSTEM FOR ELECTRICAL ENERGY

(54) **Bezeichnung :** VERTEILUNGSNETZ FÜR ELEKTRISCHE ENERGIE



(57) **Abstract:** The invention relates to a distribution system for electrical energy with a current transmission path (6) and electrical installations arranged spaced physically apart from one another. In order to configure such a system in such a way that said system enables long-range distribution inexpensively, at least one electrical energy consumer and/or electrical energy producer is connected to the current transmission path (6) via a modular multi-level converter arrangement (9) in such a way that the at least one electrical consumer or electrical energy producer is connected to the capacitor (20) of at least one submodule (10, 11, 12, 13, 14, 15) of the modular multi-level converter arrangement (9) via in each case one inverter (27) with a downstream transformer (29).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/120675 A2



---

Die Erfindung betrifft ein Verteilungsnetz für elektrische Energie mit einer Stromübertragungsstrecke (6) und räumlich beabstandet voneinander angeordneten elektrischen Anlagen. Um ein solches Netz so auszugestalten, dass es kostengünstig eine weiträumige Verteilung zulässt, ist an die Stromübertragungstrecke (6) über eine modulare Multi-Level-Umrichter-Anordnung (9) mindestens ein elektrischer Energieverbraucher und/oder elektrischer Energieerzeuger in der Weise angeschlossen, dass an den Kondensator (20) mindestens eines Submoduls (10,11,12,13,14,15) der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung (9) über jeweils einen Wechselrichter (27) mit nachgeordnetem Transformator (29) der mindestens eine elektrische Verbraucher oder elektrische Energieerzeuger angeschlossen ist.

Beschreibung

Verteilungsnetz für elektrische Energie

5 Klassische Energieverteilungen beruhen überwiegend auf Wechselstrom-Verteilungsnetzen. Derartige Netze haben den Nachteil von relativ hohen Leitungsverlusten, die sich aus den Wirkwiderständen der Leitungen oder Kabel und induktiven und kapazitiven Widerständen ergeben.

10

Deshalb liegt an sich der Gedanke nahe, Verteilungsnetze für elektrische Energie als Gleichstrom-Verteilungsnetze aufzubauen. Solche Netze scheitern jedoch an den Leistungsschaltern, weil diese - wenn sie überhaupt gefertigt werden können - sehr groß bauen.

15

In den letzten Jahren sind insbesondere in Form von Windparks Verteilungsnetze für elektrische Energie mit einer Gleichstromübertragungsstrecke und räumlich beabstandet voneinander angeordneten elektrischen Anlagen in Gestalt von Windturbinen entwickelt und aufgebaut worden.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verteilungsnetz für elektrische Energie vorzuschlagen, das kostengünstig auch eine weiträumige Verteilung der elektrischen Energie zulässt.

25

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß bei einem Verteilungsnetz für elektrische Energie mit einer Stromübertragungsstrecke an die Stromübertragungsstrecke über eine modulare Multi-Level-Umrichter-Anordnung mindestens ein elektrischer Energieverbraucher und/oder elektrischer Energieerzeuger in der Weise angeschlossen, dass an den Kondensator mindestens eines Submoduls der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung über jeweils einen Wechselrichter mit nachgeordnetem Transformator der mindestens eine elektrische Verbraucher oder elektrische Energieerzeuger angeschlossen ist. Dabei ist es je nach Bedarf möglich, über nur ein Submodul einen einzigen Verbraucher oder Energieerzeuger anzuschließen oder ein-

30

35

zelne oder alle Kondensatoren mit elektrischen Energieverbrauchern oder Energieerzeugern zu beschalten. Im Einzelfall können Kondensatoren von einzelnen Submodulen bewusst unbeschaltet bleiben, um eine benötigte Gleichspannung zu erreichen.

Es ist zwar an sich beispielsweise aus dem Aufsatz von R. Marquardt, A. Lesnicar „New Concept for High Voltage-Modular Multilevel Converter PESC“ 2004 Conference in Aachen, Germany eine modulare Multi-Level-Umrichter-Anordnung mit mehreren in Reihe angeordneten Submodulen mit jeweils einem Kondensator bekannt, jedoch sind bei dieser bekannten Anordnung die Kondensatoren der Submodule der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung jeweils ohne Anschluss nach außen.

Ferner ist aus der internationalen Patentanmeldung WO 2008/002226 A1 ein Verteilungsnetz für elektrische Energie bekannt, bei dem elektrische Verbraucher über jeweils einen Pulswechselrichter einer Reihenschaltung von Pulswechselrichtern an eine Gleichstromübertragungsstrecke angeschlossen sind; ein Energietransport kann daher nur in einer Richtung, und zwar zu den Verbrauchern hin erfolgen.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verteilungsnetzes besteht darin, dass es einen Energiefluss in beiden Richtungen ermöglicht, das heißt, es können elektrische Anlagen sowohl in Form von elektrischen Energieverbrauchern als auch in Form von elektrischen Energieerzeugern zum Einsatz kommen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass bei modularen Multi-Level-Umrichtern eingeführte und serienmäßig gefertigte Submodule Anwendung finden können.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verteilungsnetzes ist an den Kondensator des mindestens einen Submoduls zusätzlich über einen Gleichstromsteller ein elektrischer Energiespeicher angeschlossen, so dass bei dem erfindungsgemäßen Verteilungsnetz gegebenenfalls eine Mehrzahl von Energiespeichern gleichzeitig auf relativ einfache Weise auf-

geladen werden können; auch eine Beschaltung aller Submodule mit Energiespeichern ist möglich. An sich ist es für sich aus der internationalen Patentanmeldung WO 2011/060823 A1 bekannt, ein Submodul zum Laden und Entladen eines Energiespeichers zu verwenden.

Es kann auch vorteilhaft sein, wenn an den Kondensator mindestens eines weiteren Submoduls über einen Gleichstromsteller lediglich ein elektrischer Energiespeicher angeschlossen ist.

Besonders vorteilhaft ist der Einsatz des erfindungsgemäßen Verteilungsnetzes bei räumlich weit verteilten elektrischen Verbrauchern. Bei den Verbrauchern kann es sich beispielsweise um Schiffe in einem Hafen handeln, die jeweils über Landanschlüsse mit elektrischer Energie versorgt werden. Diese Landanschlüsse sind je nach Größe des jeweiligen Hafens über ein relativ großes Gebiet räumlich verstreut angeordnet und benachbart zu diesen Landanschlüssen ist dann jeweils ein Submodul der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung platziert. Auch ein Einsatz bei beispielsweise von Hochhäusern gebildeten Verbrauchern bietet sich mit Vorteil an.

Die Submodule können bei der räumlich verteilten modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung in vorteilhafter Weise als sogenannte Vollbrücken-Submodule ausgeführt sein. Zwar sind derartige Submodule relativ aufwendig, weil sie relativ viele gesteuerte Gleichrichter benötigen und verbrauchen relativ viel elektrische Leistung, jedoch lässt sich mit ihnen eine bessere Dynamik erreichen; außerdem erlauben sie mindestens teilweise einen Anschluss von Energieerzeugern auch in den Fällen, in denen das erfindungsgemäße Verteilungsnetz über einen ungesteuerten Diodenumrichter gespeist wird (vgl. unten).

Als besonders vorteilhaft wird es angesehen, wenn bei dem erfindungsgemäßen Verteilungsnetz die Submodule der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung aus Halbbrücken-Submodulen

bestehen, wie sie beispielsweise in Figur 4 des oben genannten Aufsatzes dargestellt sind. Hinsichtlich des Leistungsverbrauchs und Schaltungsaufwands sind solche Submodule günstig.

5

In besonders vorteilhafter Weise weisen bei dem erfindungsgemäßen Verteilungsnetz die Submodule einen von einer Fehlererfassungseinrichtung betätigbaren Kurzschließer auf. Dieser Kurzschließer schaltet nicht betriebsmäßig, sondern nur nach einem Fehlerfall und dann auch nur Ein und nicht Aus; das Löschen eines Lichtbogens beim Ausschalten ist nicht erforderlich, so dass der Kurzschließer relativ kostengünstig ausführbar ist.

15 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verteilungsnetzes ist an den Kondensator jedes Submoduls eine Spannungsmesseinrichtung angeschlossen, der eine Steuereinrichtung für das Submodul nachgeordnet ist, die hochfrequent jeweils bei niedriger Spannung am Kondensator  
20 eine Aufladung des Kondensators und jeweils bei hoher Spannung am Kondensator eine Vorbeileitung des Gleichstroms am Kondensator bewirkt. Durch eine solche Ausgestaltung ist in einfacher Weise dafür gesorgt, dass die Spannungen an den Kondensatoren der Submodule der modularen Multi-Level-  
25 Umrichter-Anordnung nur in geringem Maße schwanken, also weitgehend konstant gehalten sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Verteilungsnetz können unterschiedliche Stromübertragungstrecken zum Einsatz kommen. So wird  
30 es als vorteilhaft angesehen, wenn die Stromübertragungstrecke eine Gleichstromübertragungstrecke ist und an die Gleichstromübertragungstrecke ein Wechselspannungsnetz über einen ungesteuerten Diodenumrichter angeschlossen ist. In diesem Falle ist der Aufwand für den Gleichrichter selbst  
35 relativ gering, weil sich ein ungesteuerter Diodenumrichter vergleichsweise kostengünstig herstellen lässt.

Vorteilhaft kann es aber auch sein und bei einem Energiefluss in beiden Richtungen sogar notwendig, wenn an die Gleichstromübertragungsstrecke ein Wechselspannungsnetz über einen modularen Multi-Level-Umrichter angeschlossen ist. Der Einsatz eines modularen Multi-Level-Umrichters ist zwar vergleichsweise aufwendig, jedoch hat der mit ihm erzeugte Gleichstrom eine höhere Güte.

Bei einer anderen besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verteilungsnetzes ist die Stromübertragungsstrecke eine Wechselstromübertragungsstrecke, und an die Phasenleiter der Wechselstromübertragungsstrecke sind über Phasenmodule der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung die elektrischen Energieverbraucher und/oder die elektrischen Energieerzeuger in der Weise angeschlossen, dass an den Kondensator jedes Submoduls der Phasenmodule der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung über jeweils einen Wechselrichter mit nachgeordnetem Transformator ein elektrischer Energieverbraucher oder ein elektrischer Energieerzeuger angeschlossen ist. Vorteilhaft ist diese Ausführungsform vor allem deshalb, weil sie bei Vorhandensein einer Wechselstromübertragungsstrecke ohne eine Umformung der Gleichspannung in eine Wechselspannung auskommt, also beispielsweise eines ungesteuerten Diodenumrichters oder eines modularen Multi-Level-Umrichters nicht bedarf.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung ist in

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verteilungsnetzes mit Anschluss an ein Wechselspannungsnetz über einen ungesteuerten Diodenumrichter, in

Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit Anschluss an ein Wechselspannungsnetz über einen Multi-Level-Umrichter und in

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel mit Anschluss von elektrischen Energieverbrauchern und Energieerzeugern über eine einzige modulare Multi-Level-Umrichter-Einrichtung an ein Wechselspannungsnetz

dargestellt.

Gemäß Figur 1 ist bei dem dort dargestellten Ausführungsbeispiel an ein dreiphasiges Wechselstromnetz 1 über eine Transformatoranordnung 2 ein aus mehreren ungesteuerten Dioden bestehender Diodenumrichter 3 angeschlossen. An die Ausgänge 4 und 5 des Diodenumrichters 3 ist eine Gleichstromübertragungsstrecke in Form einer Gleichstromübertragungsleitung 6 mit ihren Leitungen 7 und 8 angeschlossen.

10

Die Gleichstromübertragungsleitung 6 führt zu einer modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung 9, die aus einzelnen Submodulen 10, 11 und 12 sowie 13, 14 und 15 besteht. Diese Submodule 10 bis 15 sind jeweils in bekannter Weise als Halbbrücken-Submodule übereinstimmend ausgebildet, indem sie jeweils einen elektronischen Leistungsschalter 16 in Parallelschaltung zu einer Diode 17 sowie einem weiteren elektronischen Leistungsschalter 18 in Parallelschaltung zu einer weiteren Diode 19 aufweisen. Ausgangsseitig weist jedes der Submodule 10 bis 15 einen Kondensator 20 auf.

20

An den Kondensator 20 jedes der Submodule 10 bis 15 ist unter Bildung jeweils eines erweiterten Submoduls 21, 22, 23, 24, 25 und 26 jeweils ein Wechselrichter 27 angeschlossen. Diese Wechselrichter 27 können in einfachster Weise als 2-Level-Umrichter ausgeführt sein; sie sind an ihren Ausgängen jeweils an ein dreiphasiges Wechselspannungsnetz 28 angeschlossen. Mit dem jeweiligen Wechselspannungsnetz 28 verbundene Transformatoren 29 dienen zur Spannungsanpassung und galvanischen Trennung und sind über jeweils einen Wechselspannungsschalter 30 mit beispielsweise jeweils einem Landungsanschluss 31 einer nicht weiter dargestellten Hafenanlage verbunden. Die erweiterten Submodule 21 bis 26 können beispielsweise auch an Anschlüsse von Häusern in einer Wohnsiedlung angeschlossen werden.

35

Wie die Figur 1 ferner zeigt, ist jedem Submodul 10 bis 15 ein Kurzschließer 32 zugeordnet, der in nicht dargestellter

Weise betätigt wird, wenn eine Fehlererfassungs-Einrichtung einen Fehler in den Submodulen oder dem jeweils nachgeordneten Verbraucher signalisiert.

5 Die einzelnen Submodule 10 bis 15 sind schaltungstechnisch so angeordnet, wie es bei dem bekannten modularen Multi-Level-Umrichter der Fall ist. Sie sind jedoch im vorliegenden Falle räumlich getrennt so angeordnet, dass sie jeweils dem Verbraucher bzw. den hier dargestellten Landanschlüssen 31  
10 benachbart liegen. Bei dem dargestellten Verteilungsnetz sind also die Submodule 10 bis 15 konstruktiv und räumlich ganz anders angeordnet, wie dies bei dem bekannten modularen Multi-Level-Umrichter der Fall ist, bei dem die einzelnen Submodule sich in einem engen räumlichen Zusammenhang miteinander  
15 befinden, beispielsweise in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist hinsichtlich der modularen Multi-Level-Umrichter-Anordnung identisch mit dem in  
20 Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, so dass hier auf die Beschreibung dieses Teils des dargestellten Verteilungsnetzes verzichtet werden kann. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 hier ein dreiphasiges Wechselspannungsnetz 40  
25 über eine Transformatoranordnung 41 mit einem modularen Multi-Level-Umrichter 42 verbunden, der in bekannter Weise über Induktivitäten 43, 44 und 45 hinsichtlich seines positivseitigen Konverterteils sowie weitere Induktivitäten 46, 47 und 48 hinsichtlich seines negativen Konverterteils an die Transformatoranordnung 41 angeschlossen ist. Eine weitere Be-  
30 schreibung des modularen Multi-Level-Umrichters 42 erübrigt sich, weil er einer bekannten Umrichter-Ausführung mit Halbbrücken-Submodulen entspricht.

35 Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 bilden Submodule 50 und 51 neben weiteren, nicht dargestellten Submodulen einen Phasenzweig 52 einer modularen Multi-Level-Umrichter-Einrichtung, wie sie an sich aus dem oben erwähnten Stand der

Technik bekannt ist. Jedes Submodul 50 bzw. 51 ist so ausgeführt, wie es bei der Beschreibung zur Fig. 1 oben bereits dargelegt worden ist. An den Kondensator 53 des Submoduls 50 ist ein Wechselrichter 54 angeschlossen, dem ein Transformator 55 nachgeordnet ist, wie es im Zusammenhang mit der Fig. 1 oben ausführlich beschrieben worden ist. Über einen Schalter 56 ist ein nicht dargestellter Energieverbraucher oder -erzeuger anschließbar. An den Kondensator 53 ist auch ein Gleichspannungssteller 57 angeschlossen, dem ein Energiespeicher 58 nachgeordnet ist. Dieser kann beispielsweise von einem Akkumulator gebildet sein. Die Schaltung aus dem Submodul 50, dem Wechselrichter 54, dem Transformator 55, dem Gleichspannungssteller 57 und dem Energiespeicher 58 bildet eine Schaltungseinheit 59.

15

Entsprechend sind das Submodul 51 und weitere nicht dargestellte Submodule dieses Phasenzweiges 52 Bestandteil jeweils einer weiteren Schaltungseinheit 60, so dass auf diese Weise ein Schaltungseinheitenzweig 61 gebildet ist; dieser ist über eine Drossel 62 mit einem Phasenleiter 63 einer Wechselstromübertragungstrecke 64 mit einem Transformator 65 verbunden. In entsprechender Weise sind mit Submodulen 66 und 67 und weiteren, nicht gezeigten Submodulen ergänzende Schaltungseinheiten 68 und 69 gebildet, die insgesamt einen weiteren Schaltungseinheitenzweig 70 darstellen. Dieser ist über eine weitere Drossel 71 ebenfalls mit dem Phasenleiter 63 verbunden.

25

Wie die Fig. 3 ferner zeigt, enthält das dargestellte Verteilernetz weitere Paare von Schaltungseinheitenzweigen 72 und 73, die aus den Schaltungseinheiten 59 und 60 bzw. 68 und 69 entsprechenden Schaltungseinheiten 74 und 75 bzw. 76 und 77 bestehen; diese Schaltungseinheitenzweige 72 und 73 sind an einen weiteren Phasenleiter 78 der Wechselstromübertragungstrecke 64 über weitere Drosseln 79 und 80 angeschlossen.

35

Entsprechend ist der dritte Phasenleiter 81 der Wechselstromübertragungstrecke

64 beschaltet, indem mit ihm über ergänzende Drosseln 82 und 83 den Schaltungseinheitenzweigen 61 bzw. 72 sowie 70 bzw. 73 entsprechende Schaltungseinheitenzweige 84 und 85 verbunden sind.

5

Die Fig. 3 zeigt auch, dass die in der Figur unteren Schaltungseinheitenzweige 70, 73 und 85 auf einem einheitlichen Minuspotential liegen. Der auf Pluspotential liegende Anschluss 86 des Schaltungseinheitenzweiges 61, die ebenfalls auf Pluspotential liegenden Anschlüsse 87 und 88 des Schaltungseinheitenzweiges 72 und die entsprechenden Anschlüsse 89 und 90 des Schaltungseinheitenzweiges 84 sind hier offen dargestellt. Bei Bedarf lassen sich an sie weitere Schaltungseinheiten entsprechend beispielsweise der Schaltungseinheit 15 59 anschließen.

## Patentansprüche

1. Verteilungsnetz für elektrische Energie mit einer Stromübertragungsstrecke (6),

- 5       • an die über eine modulare Multi-Level-Umrichter-Anordnung (9) mindestens ein elektrischer Energieverbraucher und/oder elektrischer Energieerzeuger in der Weise angeschlossen ist, dass an den Kondensator (20) mindestens eines Submoduls (10 bis 15) der modularen  
10       Multi-Level-Umrichter-Anordnung (9) über jeweils einen Wechselrichter (27) mit nachgeordnetem Transformator (29) der mindestens eine elektrische Verbraucher oder elektrische Energieerzeuger angeschlossen ist.

15   2. Verteilungsnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- an den Kondensator (53) des mindestens einen Submoduls (50) zusätzlich über einen Gleichstromsteller (57) ein elektrischer Energiespeicher (58) angeschlossen ist.

20

3. Verteilungsnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- an den Kondensator mindestens eines weiteren Submoduls über einen Gleichstromsteller lediglich ein elektrischer  
25       Energiespeicher angeschlossen ist.

4. Verteilungsnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Submodule Vollbrücken-Submodule sind.

30

5. Verteilungsnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Submodule (10 bis 15) Halbbrücken-Submodule sind.

35   6. Verteilungsnetz nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Submodule (10 bis 15) mit einem von einer Fehlererfassungseinrichtung betätigbaren Kurzschließer (32) versehen sind.

- 5 7. Verteilungsnetz nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- an den Kondensator jedes Submoduls eine Spannungsmesseinrichtung angeschlossen ist, der eine Steuereinrichtung für das Submodul nachgeordnet ist, die hochfrequent
- 10 jeweils bei niedriger Spannung am Kondensator eine Aufladung des Kondensators und jeweils bei hoher Spannung am Kondensator eine Vorbeileitung des Gleichstroms am Kondensator bewirkt.
- 15 8. Verteilungsnetz nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Stromübertragungstrecke eine Gleichstromübertragungstrecke (6) ist und
  - an die Gleichstromübertragungstrecke (6) ein Wechselspannungsnetz (1) über einen ungesteuerten Diodenumrichter (3) angeschlossen ist.
- 20
9. Verteilungsnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Stromübertragungstrecke eine Gleichstromübertragungstrecke ist und
  - an die Gleichstromübertragungstrecke ein Wechselspannungsnetz (40) über einen modularen Multi-Level-Umrichter(42) angeschlossen ist.
- 25
- 30 10. Verteilungsnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Stromübertragungstrecke eine Wechselstromübertragungstrecke (64) ist und
  - an die Phasenleiter (63,78,81) der Wechselstromübertragungstrecke (64) über Phasenzweige (52) einer modularen Multi-Level-Umrichter-Einrichtung die elektrischen Energieverbraucher und/oder die elektrischen Energieerzeuger
- 35

in der Weise angeschlossen sind, dass an den Kondensator (53) jedes Submoduls (50,51) der Phasenzweige (52) der modularen Multi-Level-Umrichter-Einrichtung über jeweils einen Wechselrichter (54) mit nachgeordnetem Transformator (56) jeweils ein elektrischer Energieverbraucher oder ein elektrischer Energieerzeuger angeschlossen ist.

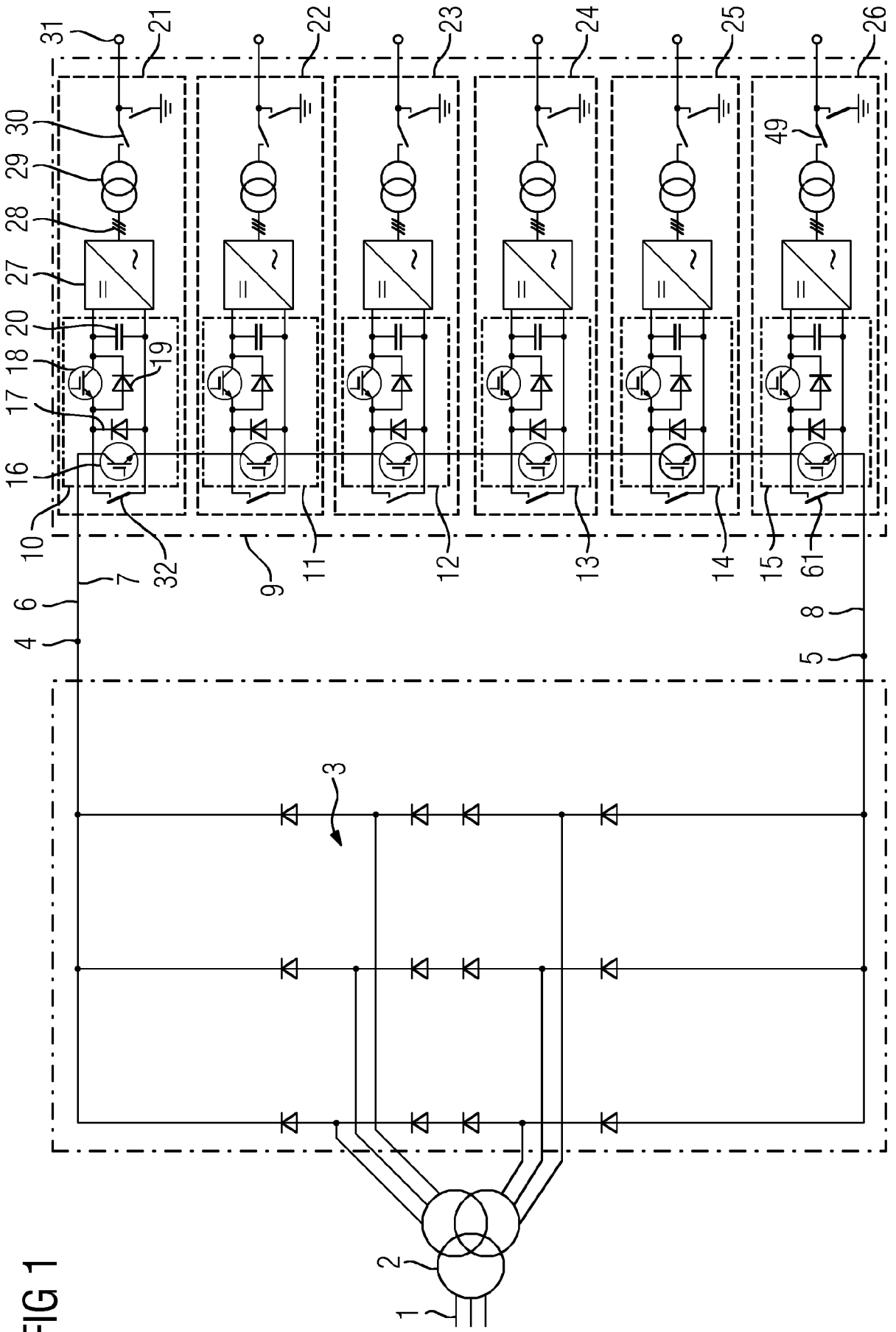
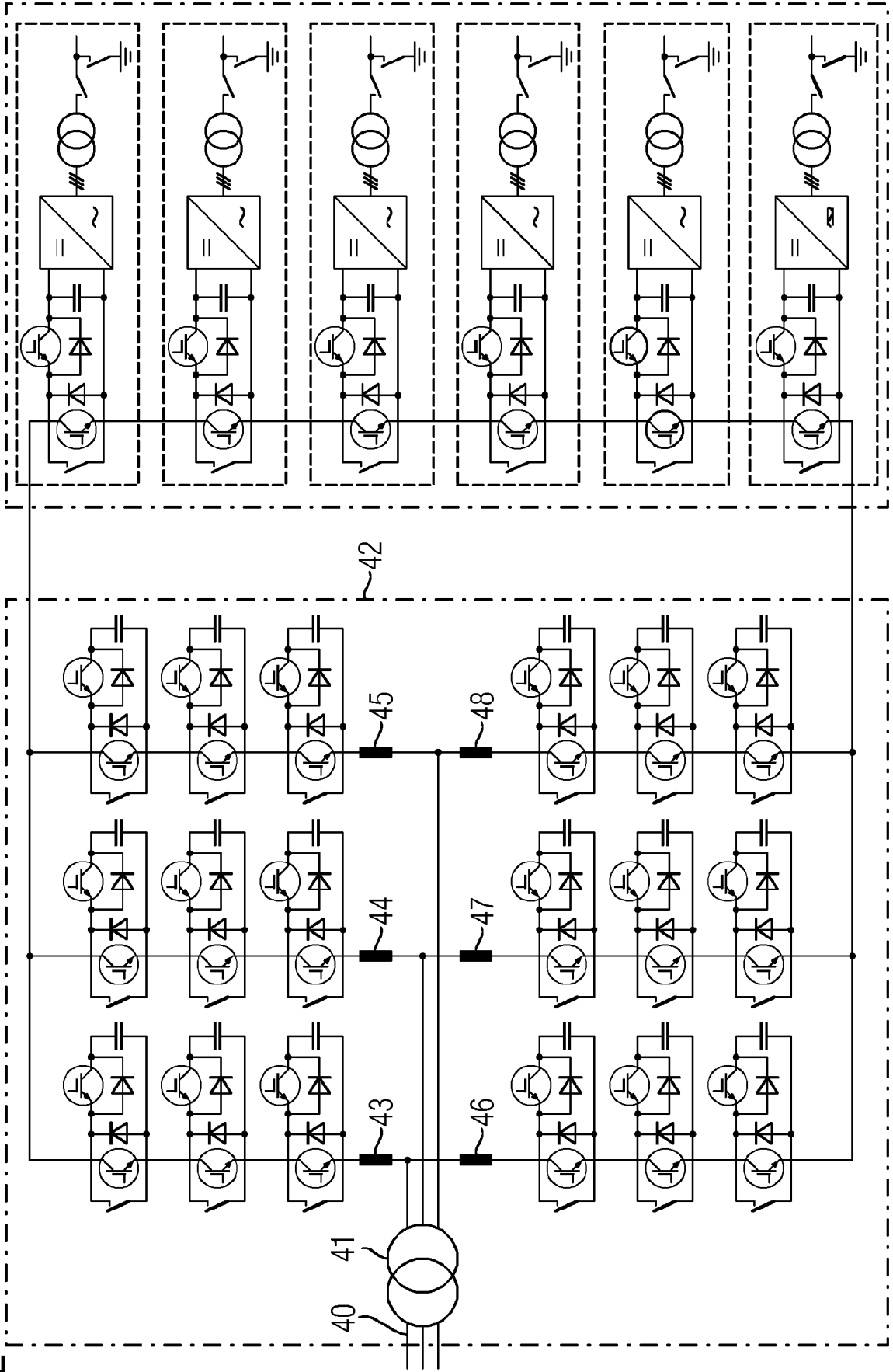


FIG 1

FIG 2



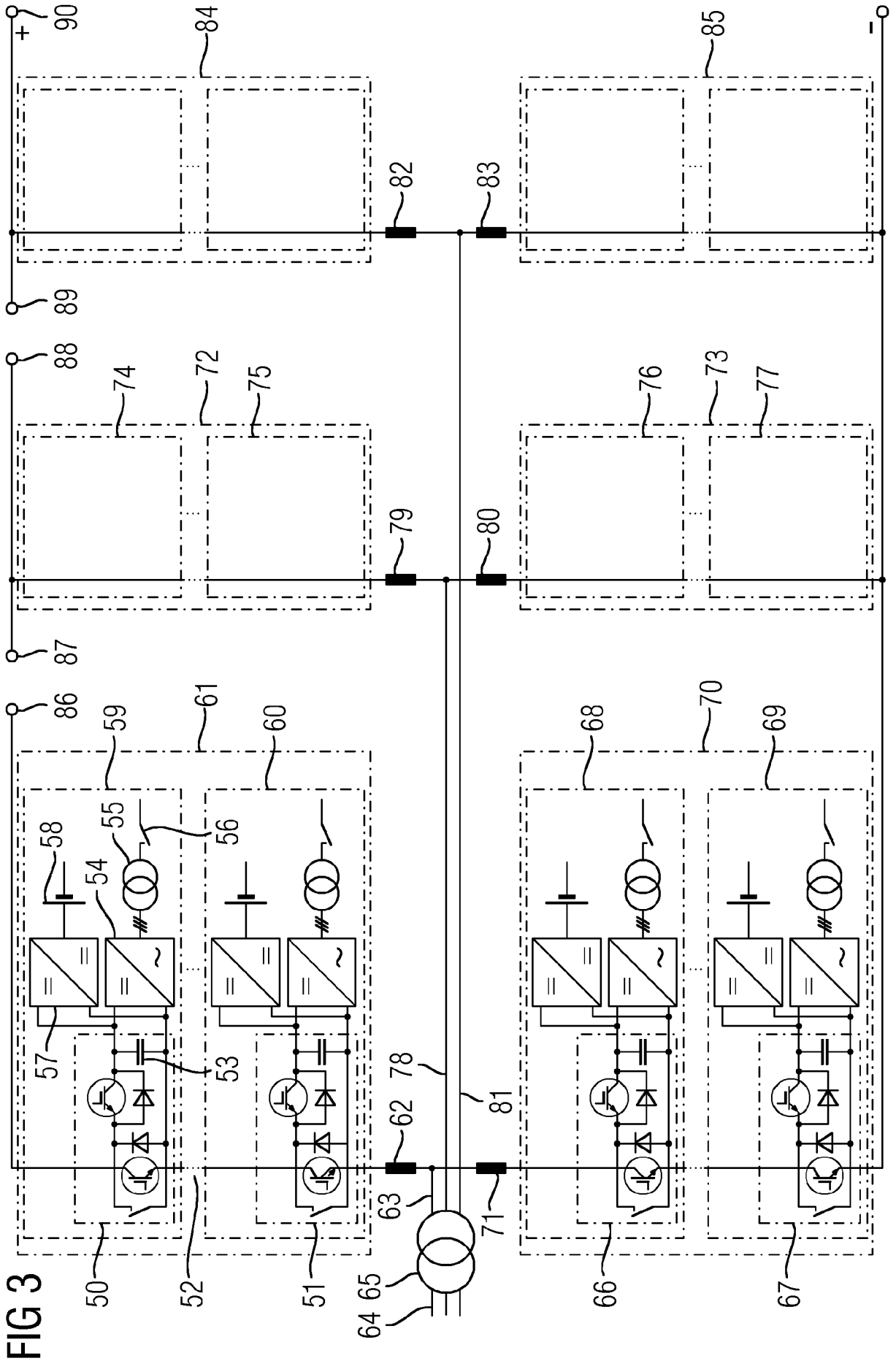


FIG 3