

(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
15. Januar 2015 (15.01.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/004034 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/064383
- (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Juli 2014 (04.07.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2013 011 427.6 9. Juli 2013 (09.07.2013) DE
- (71) Anmelder: LEOPOLD KOSTAL GMBH & CO KG [DE/DE]; An der Bellmerlei 10, 58513 Lüdenscheid (DE).
- (72) Erfinder: GREWING, Andreas; Ritterstr. 31, 46348 Raesfeld (DE). KIEL, Martin; Zur Post 16, 44879 Bochum (DE). BENDICKS, Norbert; Eichenwald 4a, 58579 Schalksmühle (DE).
- (74) Anwalt: KERKMANN, Detlef; c/o Leopold Kostal GmbH & Co. KG, An der Bellmerlei 10, 58513 Lüdenscheid (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SA, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

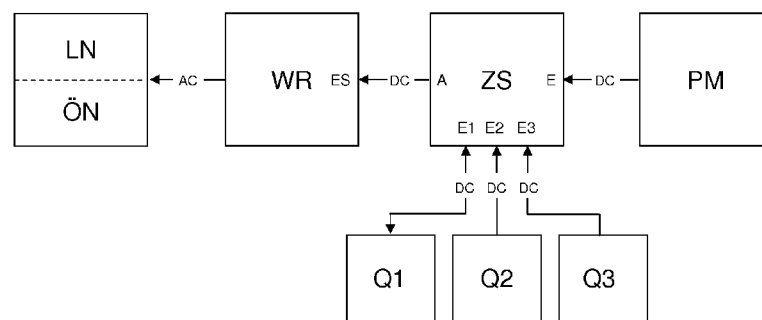
Veröffentlicht:

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

(54) Title: ELECTRICAL ARRANGEMENT COMPRISING A POWER INVERTER AND INTERMEDIATE DEVICE FOR THE ELECTRICAL ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE ANORDNUNG MIT EINEM WECHSELRICHTER UND ZWISCHENSCHALTGERÄT FÜR DIE ELEKTRISCHE ANORDNUNG

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to an electrical arrangement comprising a power inverter with an input interface for at least one photovoltaic module, wherein the photovoltaic module is connected to an input of an intermediate device, wherein the input interface is connected to the output of the intermediate device, wherein the intermediate device has at least one other input to which an electric energy converter can be connected, and wherein the intermediate device electronically emulates the current-voltage characteristic of a photovoltaic module for the power inverter. The advantage of the arrangement herein described is that it is possible to extend a photovoltaic system comprising a power inverter by adding additional energy accumulators and energy converters. Decisions about the efficient distribution of electrical energy are made by the intermediate device, which emulates the characteristic curve of a photovoltaic module for the connected power inverter.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Beschrieben wird eine elektrische Anordnung mit einem Wechselrichter, der eine Einspeiseschnittstelle für mindestens ein Photovoltaikmodul aufweist, wobei das Photovoltaikmodul mit einem Eingang eines Zwischenschaltgeräts verbunden ist, wobei die Einspeiseschnittstelle mit dem Ausgang des Zwischenschaltgeräts verbunden ist, wobei das Zwischenschaltgerät mindestens einen weiteren Eingang aufweist, an den ein elektrischer Energiewandler anschließbar ist, und wobei das Zwischenschaltgerät die Strom-Spannungs-Charakteristik eines Photovoltaikmoduls für den Wechselrichter elektronisch emuliert. Der Vorteil der hier beschriebenen Anordnung liegt darin, dass eine Photovoltaikanlage mit einem Wechselrichter durch weitere Energiespeicher und Energiewandler erweitert werden kann. Über die effiziente Verteilung der elektrischen Energie entscheidet das Zwischenschaltgerät, welches für den angeschlossenen Wechselrichter die Kennlinie eines Photovoltaikmoduls emuliert.

Elektrische Anordnung mit einem Wechselrichter und Zwischenschaltgerät für die elektrische Anordnung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Anordnung mit einem Wechselrichter,
5 der eine Einspeiseschnittstelle für mindestens ein Photovoltaikmodul aufweist.
Die Erfindung betrifft außerdem ein Zwischenschaltgerät für eine solche
elektrische Anordnung.

Mit der sogenannten Energiewende sind in den letzten Jahren vermehrt
10 Photovoltaikanlagen in Verkehr gebracht worden. Diese Anlagen bestehen
typischerweise aus miteinander verschalteten Photovoltaikmodulen, die an
einen Wechselrichter angeschlossen sind. Von hier aus wird die elektrische
Energie dann in ein lokales und/oder öffentliches Wechselspannungsnetz
eingespeist. Um mit Hilfe der Photovoltaikmodule möglichst viel elektrische
15 Energie erzeugen zu können, wird im Wechselrichter ein sogenanntes MPP-
Tracking vorgenommen. Hierbei steht die Abkürzung MPP für Maximum-
Power-Point, also jenem Punkt im Strom-Spannungsdiagramm eines
Photovoltaikmoduls, an dem die Leistungsabgabe maximal ist.

20 In der Figur 3 ist eine rein beispielhafte Strom-Spannungs-Kennlinie eines
Photovoltaikmoduls als durchgezogene Linie und zusätzlich ihre Strom-
Leistungskurve als strichpunktierte Linie dargestellt. Abhängig von der solaren
Einstrahlung und von Verschmutzungen variiert in der Kennlinie der
Kurzschlussstrom. Zusätzlich kann eine Verschattung des Photovoltaikmoduls
25 zu Formänderungen in der Kennlinie führen. Um immer möglichst viel
elektrische Leistung aus dem Photovoltaikmodul entnehmen zu können, muss
der Wechselrichter den Punkt der maximalen Wirkleistung (MPP) ermitteln
und hier einregeln.

Neben Photovoltaikmodulen werden zukünftig weitere Energiewandler eine größere Rolle spielen. Hierbei kann es sich beispielsweise um Brennstoffzellen und Windkraftanlagen handeln. Daneben werden
5 wiederaufladbare Batterien eingesetzt werden, um elektrische Energie zwischenzuspeichern.

Es stellte sich die Aufgabe, eine elektrische Anordnung zur Erzeugung einer Wechselspannung zu schaffen, die hinsichtlich anschließbarer elektrischer
10 Energiewandler möglichst vielseitig verwendbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Photovoltaikmodul mit einem Eingang eines Zwischenschaltgeräts verbunden ist, dass die Einspeiseschnittstelle mit dem Ausgang des
15 Zwischenschaltgeräts verbunden ist, dass das Zwischenschaltgerät mindestens einen weiteren Eingang aufweist, an den ein elektrischer Energiewandler anschließbar ist, und dass das Zwischenschaltgerät die Strom-Spannungs-Charakteristik eines Photovoltaikmoduls elektronisch emuliert.

20 Um in eine elektrische Anordnung mit einem konventionell ausgeführten Photovoltaikwechselrichter zusätzliche Energiewandler integrieren zu können, die jeweils eine von Photovoltaikmodulen stark abweichende Strom-Spannungs-Charakteristik aufweisen, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, alle
25 Energiewandler über ein Zwischenschaltgerät mit der Einspeiseschnittstelle des Photovoltaik-Wechselrichters zu verbinden, wobei das Zwischenschaltgerät die Strom-Spannungs-Charakteristik eines Photovoltaikmoduls elektronisch emuliert.

30 Zu Emulation wird eine Basiskennlinie eines Photovoltaikmoduls verwendet, dessen MPP der aktuellen Übertragungssollleistung angepasst wird. Der

Wechselrichter entnimmt dann über sein MPP-Tracking die gewünschte Leistung aus der Anlage.

Das Zwischenschaltgerät dient so als Verknüpfungseinheit, um alle
5 vorhandenen Energiewandler gemeinsam an den Wechselrichter anschließen zu können. Am Wechselrichter wird dann die Einspeiseschnittstelle genutzt, die üblicherweise zum Anschluss von Photovoltaikmodulen vorgesehen ist.

Die Formulierungen „Ausgang des Zwischenschaltgeräts“ und
10 „Einspeiseschnittstelle des Wechselrichters“ schließen selbstverständlich nicht aus, dass der Wechselrichter auch mehrere Einspeiseschnittstellen für Photovoltaikmodule und das Zwischenschaltgerät entsprechend mehrere Ausgänge aufweisen kann, die mit den Einspeiseschnittstellen des Wechselrichters verbunden sind. Die Verwendung mehrerer paralleler
15 Strompfade ist besonders zur Übertragung höherer elektrischer Leistungen vorteilhaft.

Das Zwischenschaltgerät kann als ein eigenständiges Gerät ausgeführt sein, welches mit dem Eingang eines konventionellen, handelsüblichen
20 Photovoltaikwechselrichters verbunden werden kann. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bildet das Zwischenschaltgerät mit dem Wechselrichter eine Baueinheit.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand der Zeichnung dargestellt und näher
25 erläutert werden. Beschrieben wird das Funktionsprinzip einer erfindungsgemäßen elektrische Anordnung sowie eines dazu gehörigen Zwischenschaltgeräts. Es zeigen

Figur 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäße elektrische
30 Anordnung,
Figur 2 ein Blockschaltbild einer elektrischen Anordnung nach dem Stand

- der Technik,
- Figur 3 Kennlinien eines Photovoltaikmoduls,
- Figur 4 das Ersatzschaltbild eines Photovoltaikmoduls,
- Figur 5 eine detailliertere Darstellung des Zwischenschaltgeräts,
- 5 Figur 6 das Aufbauprinzip eines modularen Transformators.

Die Figur 2 zeigt das Blockschaltbild einer konventionellen elektrischen Anordnung mit einer Photovoltaikanlage. Mindestens ein Photovoltaikmodul PM, vorzugsweise aber eine aus einer Vielzahl von Photovoltaikmodulen PM bestehende Anordnung, ist mit der Einspeiseschnittstelle ES eines speziell für Photovoltaikanlagen ausgelegten Wechselrichters WR angeschlossen. Der Wechselrichter WR erzeugt aus der an seiner Einspeiseschnittstelle ES anliegenden Gleichspannung DC eine Wechselspannung AC, die zur Einspeisung in ein lokales Spannungsversorgungsnetz LN oder in ein

10 öffentliches Spannungsversorgungsnetz ÖN geeignet ist.

Die Figur 1 stellt die erfindungsgemäße Erweiterung einer solchen Photovoltaikanlage dar. Mindestens ein Photovoltaikmodul PM ist hier nicht mehr direkt, sondern über ein Zwischenschaltgerät ZS an den Wechselrichter

20 WR angeschlossen.

Das Zwischenschaltgerät ZS weist mehrere Eingänge E, E1, E2, E3 auf, an die neben dem Photovoltaikmodul PM weitere Energiewandler, wie beispielsweise eine wiederaufladbare Speicherbatterie Q1, eine

25 Windkraftanlage Q2 oder eine Brennstoffzelle Q3 an das Zwischenschaltgerät ZS angeschlossen werden können. Diese Aufzählung möglicher Energiewandler ist selbstverständlich nur beispielhaft. In einer bevorzugten, weiter unten näher erläuterten Ausführungsform ist die Anzahl der Eingänge E, E1, E2, E3 des Zwischenschaltgeräts ZS auch nicht begrenzt, sondern

30 kann bei Bedarf auf einfache Weise modular erweitert werden.

Das Zwischenschaltgerät ZS emuliert für seinen Ausgang A die Strom-Spannungs-Charakteristik eines Photovoltaikmoduls. Die Kennlinie wird zum Beispiel per Software so parametrisiert, dass ihr MPP die vom Zwischenschaltgerät ZS gewünschte Leistung bei der gewünschten Spannung darstellt.

Die Figur 5 verdeutlicht weitere Details des Zwischenschaltgerätes ZS. Die unterschiedlichen Energiewandler, wie beispielsweise Photovoltaikmodul PM, Speicherbatterie Q1, Windkraftanlage Q2 und Brennstoffzelle Q3, und zusätzlich der mit dem Wechselrichter WR verbundene Ausgang A des Zwischenschaltgerätes sind über je eine halbe Dual-Active-Bridge DAB'/2, DAB''/2, die im Folgenden kurz als DAB/2-Einheiten bezeichnet wird, an einen modularen Transformator TR angekoppelt.

Jede primärseitige DAB/2-Einheit DAB'/2 stellt einen DC/AC-Umrichter dar, der die an ihrem jeweiligen Eingang E, E1, E2, E3 anliegende Gleichspannung entsprechend den Anforderungen des modularen Transformators TR in eine Wechselspannung wandelt. Eine einzige sekundäre DAB/2-Einheit DAB''/2 erhält ihre Eingangsspannung von einer sekundären Transformatorwicklung TW und gibt ihre Ausgangsspannung auf die Einspeiseschnittstelle ES des Wechselrichters WR. Die sekundäre DAB/2-Einheit DAB''/2 arbeitet dabei als ein AC/DC-Umrichter.

Alle primären DAB/2-Einheiten DAB'/2 bilden zusammen mit der einzigen sekundären DAB/2-Einheit DAB''/2 eine erweiterte Dual-Active-Bridge-Anordnung mit mehreren Eingängen aus.

Jede DAB/2-Einheit DAB'/2, DAB''/2 besteht aus einer, hier nicht dargestellten controllergesteuerten Vollbrücke aus Halbleiterschaltern mit einer nachgeschalteten Transformatorwicklung TW auf einem Teilkern des Transformators TR. Vorzugsweise werden alle DAB/2-Einheiten DAB'/2,

DAB''/2 unabhängig voneinander, vorzugsweise durch jeweils einen eigenen Controller, allein aufgrund der Strom- und Spannungswerte an der der jeweiligen DAB/2-Einheit zugeordneten Transformatorwicklung TW gesteuert.

- 5 Da die Ankopplung der einzelnen Energiewandler PM, Q1, Q2, Q3 über den Transformator TR erfolgt, besteht eine galvanische Trennung zwischen den Eingängen E, E1, E2, E3 und dem Ausgang des Zwischenschaltgeräts ZS. Aufgrund dieser galvanischen Trennung kann vorteilhafterweise der dem Zwischenschaltgerät ZS nachgeschaltete Wechselrichter WR transformatorlos
10 ausgeführt werden.

- Ist, wie in der Figur 5 dargestellt, eine Speicherbatterie Q1 im System vorhanden, so kann sie als dynamischer Puffer bei Energieüberangebot oder Energiemangel verwendet werden. Wie die Pfeilrichtungen andeuten, kann
15 der Energiefluss zwischen der Speicherbatterie Q1 und der zugehörigen DAB/2-Einheit DAB'/2 dazu abwechselnd in beide Richtungen gesteuert werden.

- Das Zwischenschaltgerät ZS kann die in den Wechselrichter WR eingespeiste
20 Spannung so einstellen, dass der Wechselrichter WR in einem Punkt mit optimalem Wirkungsgrad betrieben wird.

- In der Figur 4 ist ein Ersatzschaltbild eines Photovoltaikmoduls PM dargestellt. Das Ersatzschaltbild eines Photovoltaikmodul PM besteht im Wesentlichen
25 aus einer Konstantstromquelle I1, einer Diode D1, einem Parallelwiderstand R1 und einem Serienwiderstand R2. Der Strom der Konstantstromquelle I1 ist proportional zur Beleuchtungsstärke. Die Diode D1 wirkt als spannungsbegrenzendes Element.

- 30 Ein leistungselektronischer Nachbau kann im ersten Schritt dadurch realisiert werden, dass ein Spannungsregler auf eine maximale Spannung regelt und

ein Stromregler den zulässigen Strom maximiert. Der Serienwiderstand R2 kann verwirklicht werden, indem der zulässige Maximalstrom mit abnehmender Spannung erhöht wird. Diese Emulation der Kennlinie eines Photovoltaikmoduls kann entweder durch eine hier nicht dargestellte
5 Schaltungshardware oder auch durch eine die sekundäre DAB/2-Einheit DAB''/2 steuernde Software erfolgen.

Die Emulation wird von der sekundären DAB/2-Einheit DAB''/2 ausgeführt, die an die Einspeiseschnittstelle ES des Wechselrichters WR angeschlossen ist.
10 Von einer übergeordneten Steuereinheit wird die gewünschte Speiseleistung für die Wechselspannungsnetze ÖN, LN vorgegeben. Die hinterlegte Kennlinie wird an die aktuell geforderte Leistung angepasst.

Ein besonderer Vorteil des hier beschriebenen Systems liegt darin, dass ein
15 bereits bestehendes Photovoltaik-System mit einem vorhandenen Wechselrichter WR um weitere Energiewandler Q1, Q2, Q3 mit sehr verschiedenartigen Strom-Spannungscharakteristiken erweitert werden kann.

Bereits durch die induktive Kopplung verschiedener Energiewandler PM, Q1,
20 Q2, Q3 an das Zwischenschaltgerät ZS ergibt sich eine Vielzahl von Vorteilen, die nachfolgend erläutert werden.

Galvanische Trennung

Für Photovoltaikanlagen sind Wechselrichter WR sowohl mit als auch ohne
25 Transformatoren kommerziell erhältlich. Bei transformatorlosen Wechselrichtern WR sind die angeschlossenen Energiewandler nicht galvanisch vom Wechselrichterausgang getrennt. Dies ist besonders problematisch, wenn der Wechselrichter WR zur Energieeinspeisung an ein öffentliches Spannungsversorgungsnetz ÖN angeschlossen, da hierbei hohe
30 Spannungen gegen das Erdpotential an die angeschlossene Energiewandler gelangen, die im Fehlerfall zu Gefährdungen und Schäden führen können.

Der im Zwischenschaltgerät ZS vorhandene Transformator TR übernimmt hier die Funktion eines Trenntransformators, durch den auf jeden Fall eine galvanische Trennung der angeschlossenen Energiewandler PM, Q1, Q2, Q3 vom öffentlichen Spannungsversorgungsnetz ÖN gegeben ist.

Kostenvorteil

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist für jeden Energiewandlereingang E, E1, E2, E3 nur eine Wicklung am Transformators TR notwendig.

10

Für die gleiche Funktion wäre in einem konventionell ausgeführten Gleichspannungszwischenkreis je Einspeiseeinheit ein vollständiger Transformator mit nachgeschaltetem Gleichrichter notwendig. Diese Struktur wäre dann noch nicht bidirektional speisefähig. Daher wäre für den Anschluss beispielsweise einer Speicherbatterie Q1 ein noch höherer Aufwand erforderlich. Der Aufwand insbesondere für Wechselrichter mit bidirektionalem Anschluss für Energiewandler und notwendiger galvanischer Trennung ist somit bei nicht erfindungsgemäßen Anordnungen deutlich größer.

20 *Modulare Ausführung*

Die durch das Zwischenschaltgerät ZS verwirklichte induktive Schnittstelle ermöglicht ein einfaches Anschließen von Zusatzkomponenten, ohne in den elektrischen Kreis eingreifen zu müssen. Anpassungen und Erweiterungen der Anordnung sind so für jedermann schnell möglich. Vorteilhafterweise kann hierzu ein modular aufgebauter Transformator TR als energietechnische Schnittstelle zum Einsatz kommen. Der Transformator TR kann auch nach seinem erstmaligen Einbau noch variabel mit Wicklungen TW versehen werden, ohne dass eine vollständige Demontage notwendig ist. Das Gesamtsystem ist sozusagen baukastenartig ausgeführt.

30

Die Figur 6 skizziert ein mögliches Aufbauschema eines modularen Transformators TR. Der Transformator Kern TK ist hier beispielhaft als EI-Kern dargestellt. Weitere zusätzliche Transformatorwicklungen TW sind durch Anfügen an den bestehenden Aufbau montierbar und bringen jeweils neben
5 einer Leistungselektronik in Form einer hier nicht dargestellten DAB/2-Einheit als Schnittstellenbaustein zusätzlich äußere und innere magnetische Kernelemente TKE mit, die den magnetischen Transformator Kern TK ergänzen. Das Gesamtgebilde ist im Betrieb mechanisch zu einer massiven Einheit fixiert.

Bezugszeichen

	A	Ausgang
	AC	Wechselspannung
5	DAB'/2, DAB''/2	DAB/2-Einheit (halbe Dual-Active-Bridge)
	DAB'/2	primäre DAB/2-Einheit
	DAB''/2	sekundäre DAB/2-Einheit
	DC	Gleichspannung
	D1	Diode
10	E	Eingang
	ES	Einspeiseschnittstelle
	E1, E2, E3	Eingänge
	I1	Konstantstromquelle
	LN	Lokales Spannungsversorgungsnetz
15	ÖN	Öffentliches Spannungsversorgungsnetz
	PM	Photovoltaikmodul
	R1	Parallelwiderstand
	R2	Serienwiderstand
	Q1, Q2, Q3	(elektrische) Energiewandler
20	Q1	Speicherbatterie
	Q2	Windkraftanlage
	Q3	Brennstoffzelle
	TK	Transformatorkern
	TKE	Kernelemente
25	TR	Transformator
	TW	Transformatorwicklung
	WR	(Photovoltaik)wechselrichter
	ZS	Zwischenschaltgerät

Patentansprüche

5 1. Elektrische Anordnung mit einem Wechselrichter (WR),

der eine Einspeiseschnittstelle (ES) für mindestens ein Photovoltaikmodul (PM) aufweist,

10 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das Photovoltaikmodul (PM) mit einem Eingang (E) eines Zwischenschaltgeräts (ZS) verbunden ist,

15 dass die Einspeiseschnittstelle (ES) mit dem Ausgang (A) des Zwischenschaltgeräts (ZS) verbunden ist,

dass das Zwischenschaltgerät (ZS) mindestens einen weiteren Eingang (E1, E2, E3) aufweist, an den ein elektrischer Energiewandler (Q1, Q2, Q3) angeschlossen ist, und
20

dass das Zwischenschaltgerät (ZS) die Strom-Spannungs-Charakteristik eines Photovoltaikmoduls (PM) elektronisch emuliert.

25

2. Elektrische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Emulation durch eine elektronische Hardware realisiert ist.

3. Elektrische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Emulation durch eine Software realisiert ist.

4. Elektrische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenschaltgerät (ZS) und der Wechselrichter (WR) eine gerätetechnische Einheit bilden.
- 5 5. Elektrische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an das Zwischenschaltgerät (ZS) verschiedenartige elektrische Energiewandler (PM, Q1, Q2, Q3) anschließbar sind.
6. Elektrische Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
10 einer der elektrischen Energiewandler eine wiederaufladbare Speicherbatterie (Q1) ist.
7. Elektrische Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
15 einer der elektrischen Energiewandler eine Windkraftanlage (Q2), eine Brennstoffzelle (Q3) oder ein dezentrales Kleinkraftwerk ist.
8. Zwischenschaltgerät für eine elektrische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenschaltgerät (ZS) einen Transformator (TR) aufweist, dessen primären und sekundären
20 Transformatorwicklungen (TW) jeweils Bestandteil der Hälfte einer Dual-Active-Bridge (DAB'/2, DAB''/2) sind.
9. Zwischenschaltgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
25 jedem Eingang (E, E1, E2, E3) des Zwischenschaltgeräts (ZS) eine Transformatorwicklung (TW) des Transformators (TR) zugeordnet ist.
10. Zwischenschaltgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass an den Transformator-kern (TK) des Transformators (TR) Transformatorwicklungen (TW) modular anfügbar bzw. vom
30 Transformator-kern (TK) abnehmbar sind.

1/4

Fig. 1

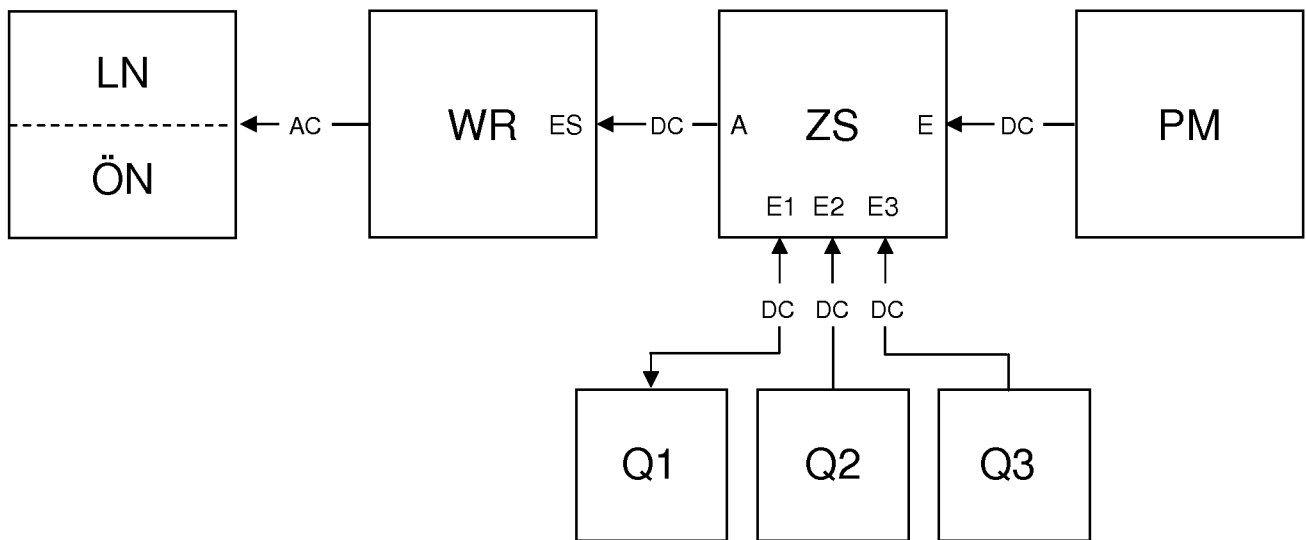


Fig. 2 Stand der Technik

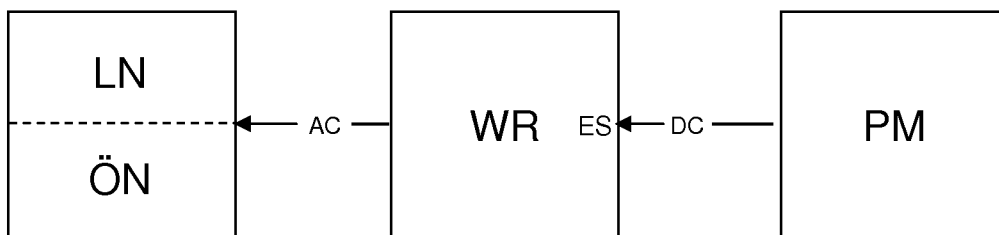


Fig. 3

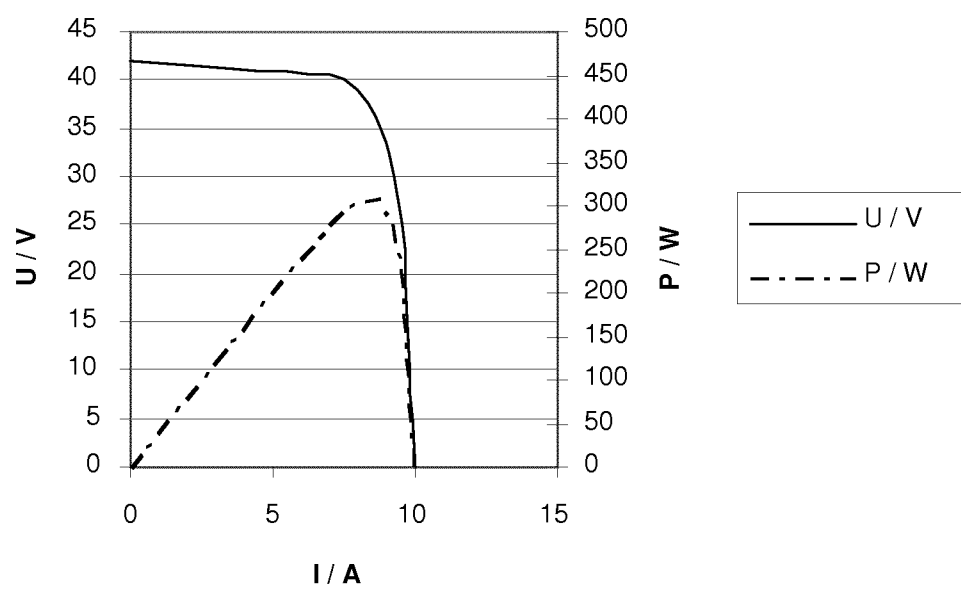
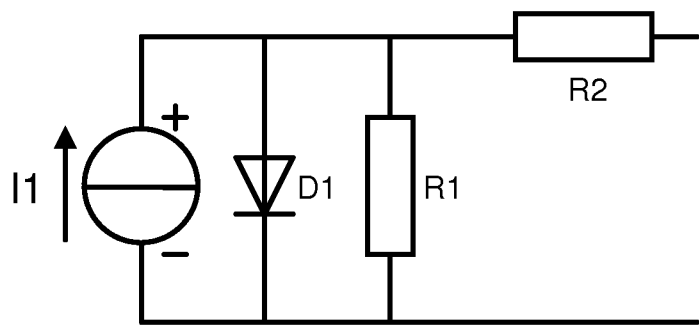


Fig. 4



3/4

Fig. 5

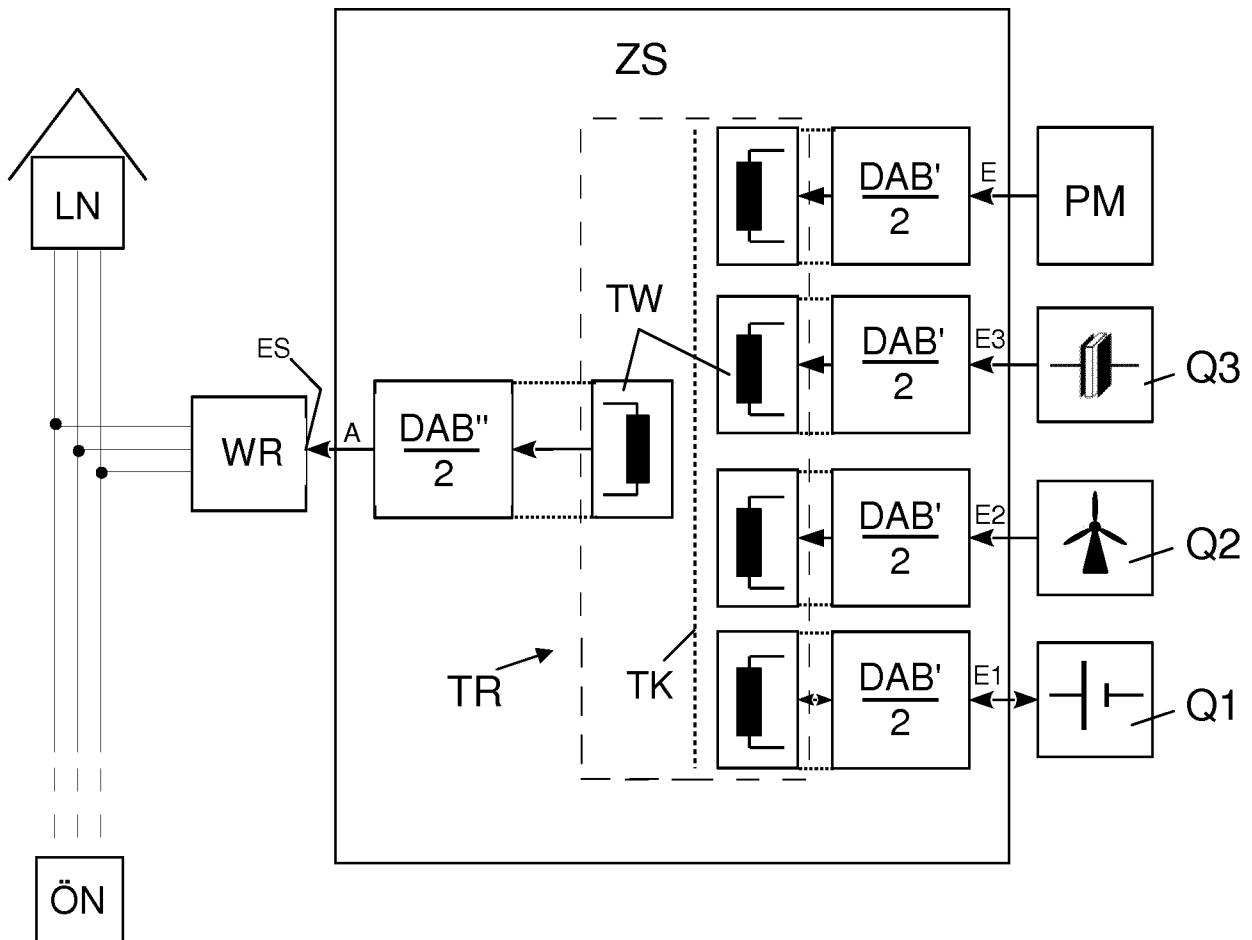


Fig. 6

