



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**06.05.2020 Patentblatt 2020/19**

(51) Int Cl.:  
**F01K 13/02 (2006.01)** **F01K 13/00 (2006.01)**  
**F01K 25/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18204344.8**

(22) Anmeldetag: **05.11.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
 • **Langer, Roy**  
**89129 Langenau (DE)**  
 • **Zimmermann, Alexander**  
**81479 München (DE)**  
 • **Schwalbe, Ulf**  
**99610 Sömmerda (DE)**

(71) Anmelder: **Orcan Energy AG**  
**81379 München (DE)**

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB**  
**Leopoldstraße 4**  
**80802 München (DE)**

(54) **VERSORGUNG EINES ELEKTROMECHANISCHEN ENERGIEWANDLERS MIT ELEKTRISCHER ENERGIE AUS EINEM THERMODYNAMISCHEN KREISPROZESS**

(57) Die Erfindung offenbart eine Vorrichtung zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers, beispielsweise eines Ventilators oder einer Pumpe; wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst: eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung; einen elektrischen Generator, der mit einer Welle einer Expansionsmaschine der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung verbunden ist und zusammen mit der Welle drehbar ist; wobei der Generator elektrisch mit einem ersten Spannungswandler verbunden ist, der erste Spannungswandler elektrisch mit einem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist und der Gleichspannungszwischenkreis zum Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers elektrisch mit diesem verbindbar ist; wobei der erste Spannungswandler zum Wandeln einer ersten Wechselspannung des elektrischen Generators in eine Gleichspannung ausgebildet ist; und wobei der Gleichspan-

nungszwischenkreis mit einer elektrischen Zusatzenergieversorgung, insbesondere einem öffentlichen Stromnetz, verbindbar ist. Die Vorrichtung umfasst weiterhin eine Regeleinrichtung (60) zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie, so dass der elektromechanische Energiewandler mit einer vorbestimmten Drehzahl betreibbar ist, wobei die Regeleinrichtung zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie vom Generator und, falls die vom Generator bereitgestellte elektrische Energie dafür nicht ausreichend ist, zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie von der Zusatzenergieversorgung, ausgebildet ist. Die Erfindung offenbart weiterhin ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers.

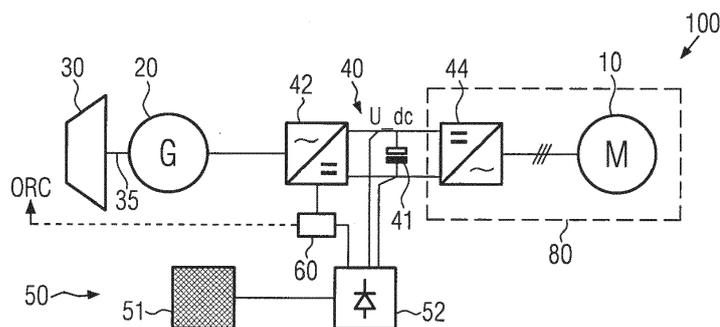


FIG. 1A

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers und ein Verfahren zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers.

### Stand der Technik

**[0002]** Eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung zur Gewinnung von elektrischer Energie aus Wärmeenergie umfasst die folgenden Hauptkomponenten: eine Speisepumpe, die flüssiges Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer fördert, den Verdampfer selbst, in dem das Arbeitsmedium unter Zuführung von Wärme vorgewärmt, verdampft und optional zusätzlich überhitzt wird, eine Expansionsmaschine, in welcher das unter hohem Druck stehende verdampfte Arbeitsmedium entspannt wird und dabei mechanische Energie erzeugt, welche beispielsweise über einen Generator in elektrische Energie gewandelt werden kann, und einen Kondensator, in dem der Niederdruckdampf (entspanntes Arbeitsmedium) aus der Expansionsmaschine enthitzt und verflüssigt wird. Aus dem Kondensator gelangt das flüssige Arbeitsmedium wieder zur Speisepumpe des Systems, wodurch der thermodynamische Kreislauf geschlossen ist. Im Falle, dass das Arbeitsmedium ein organisches Arbeitsmedium ist, handelt es sich um einen Organic Rankine Cycle als thermodynamischen Kreisprozess (ORC-Prozess).

**[0003]** Aus dem Stand der Technik sind sogenannte Trockenkühler (z.B. Rückkühler an Motor-Blockheizkraftwerken, BHKWs), die durch elektrisch angetriebene Ventilatoren mit Luft durchströmt werden. Um dabei den Energieverbrauch zu minimieren, sollen gemäß internem Stand der Technik des Anmelders diese Ventilatoren über einen thermodynamischen Kreisprozess (z.B. einen ORC-Prozess) mit elektrischer Energie versorgt werden. Gleichzeitig soll die Wärmeabfuhr des Kreisprozesses über die Ventilatoren des Trockenkühlers realisiert werden (normalerweise enthält der Kreis- bzw. ORC-Prozess einen separaten Ventilator, um eine Kühlung des Kondensators über einen Luftstrom bereitzustellen). Der Kreisprozess wandelt hierbei Wärme (z.B. ungenutzte Abgaswärme eines Verbrennungsmotors oder aber einen Teil der Wärme des im Kühler abzukühlenden Fluids) in elektrische Energie um. Problematisch ist dabei, eine stabile Versorgung des Ventilators mit elektrischer Energie zu gewährleisten, um die Kühlungsfunktion nicht zu beeinträchtigen. Weiterhin ist nachteilig, dass überschüssige Energie des ORC-Prozesses in das öffentliche Stromnetz zurückgespeist wird. Eine Einspeisung von Energie in das Stromnetz ist nämlich mit weiteren Erfordernissen verbunden, wie z.B. Einhaltung der Einspeiserichtlinien, Anlagenzertifizierung, Anmeldung beim Netzbetreiber, und die Zahlung der EEG-Umlage

gemäß dem Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG).

### Beschreibung der Erfindung

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden oder zumindest abzumildern.

**[0005]** Der Kreis- bzw. ORC-Prozess sollte möglichst immer genau so viel Leistung liefern wie der Ventilator verbraucht (quasi-Inselbetrieb). Durch die gemeinsame Nutzung des Ventilators für Kühlprozess und Kreisprozess ist die Drehzahl des Ventilators und somit seine aufgenommene Leistung nur vom Kühlbedarf des Kühlprozesses abhängig. Der Rückkühler des ORC-Prozesses kann somit regelungstechnisch nicht beeinflusst werden. Um eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten, muss zusätzliche Leistung aus dem öffentlichen Stromnetz entnommen werden können, wenn der ORC-Prozess (z.B. wegen hoher Außentemperatur oder zu geringer Prozessenergie (Abwärme)) nicht genügend Leistung zum Betrieb des Ventilators liefern kann.

**[0006]** Es muss also eine Möglichkeit gefunden werden, den fluktuierenden Leistungsbedarf des Ventilators möglichst genau mit dem ORC-Generator zu decken. Sollte der Kreisprozess nicht genügend Energie zur Verfügung stellen, muss es eine Möglichkeit geben, den Ventilator durch das öffentliche Stromnetz bzw. über eine andere Quelle mit Energie zu versorgen und gleichzeitig eine Einspeisung ins Netz zu vermeiden.

**[0007]** Die Erfindung beschreibt die Lösung wenigstens eines Teils der oben genannten Probleme.

**[0008]** Die erfindungsgemäße Lösung wird definiert durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1.

**[0009]** Die Erfindung offenbart somit eine Vorrichtung zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers, beispielsweise eines Ventilators oder einer Pumpe; wobei die Vorrichtung Folgendes umfasst: eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung; einen elektrischen Generator, der mit einer Welle einer Expansionsmaschine der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung verbunden ist und zusammen mit der Welle drehbar ist; wobei der Generator elektrisch mit einem ersten Spannungswandler verbunden ist, der erste Spannungswandler elektrisch mit einem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist und der Gleichspannungszwischenkreis zum Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers elektrisch mit diesem verbindbar ist; wobei der erste Spannungswandler zum Wandeln einer ersten Wechselspannung des elektrischen Generators in eine Gleichspannung ausgebildet ist; und wobei der Gleichspannungszwischenkreis mit einer elektrischen Zusatzenergieversorgung, insbesondere einem öffentlichen Stromnetz, verbindbar ist. Die Vorrichtung umfasst weiterhin eine Regeleinrichtung (60) zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie, so dass der elektromechanische Energiewandler mit einer vorbestimmten

Drehzahl betreibbar ist, wobei die Regeleinrichtung zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie vom Generator und, falls die vom Generator bereitgestellte elektrische Energie dafür nicht ausreichend ist, zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie von der Zusatzenergieversorgung, ausgebildet ist.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat die Vorteile, dass eine Energieeinsparung durch Versorgung eines elektromechanischen Energiewandlers (z.B. Ventilator oder Pumpe) über einen Abwärmenutzenden Kreis bzw. ORC-Prozess erfolgt, dass beispielsweise ein separater Kreisprozess- bzw. ORC-Ventilator nicht benötigt wird, dass der Betrieb des Ventilators unabhängig vom ORC-Prozess ist und dadurch eine hohe Zuverlässigkeit des Systems erzielt wird, und dass eine Netzeinspeisung vermieden und dadurch die Bereitstellung von Einspeise-Erfordernissen umgangen wird.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann dahingehend weitergebildet werden, dass weiterhin ein zweiter Spannungswandler zum Wandeln einer Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis in eine zweite Wechselspannung zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers ohne eigenen Spannungswandler vorgesehen ist, wobei der zweite Spannungswandler elektrisch mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist.

**[0012]** Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass die Zusatzenergieversorgung ein öffentliches Stromnetz ist, das über eine Gleichrichterschaltung oder über eine Leistungsfaktorkorrekturstufe mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist, und die Regeleinrichtung insbesondere weiterhin dazu ausgebildet ist, die vom Generator bereitgestellte Energie zu reduzieren, um eine Einspeisung von elektrischer Energie in das öffentliche Stromnetz zu vermeiden, insbesondere durch Reduzieren des in die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung eingebrachten Wärmestroms und/oder durch Reduzieren des Wirkungsgrades der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung.

**[0013]** Alternativ dazu kann das öffentliche Stromnetz über eine bidirektionale Stromrichterschaltung mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden sein, um überschüssige Energie vom Generator in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen.

**[0014]** Gemäß einer anderen Weiterbildung kann der Gleichspannungszwischenkreis einen mit dem ersten Spannungswandler verbundenen ersten Teil-Gleichspannungszwischenkreis, einen mit dem elektromechanischen Energiewandler verbindbaren oder mit dem zweiten Spannungswandler verbundenen zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis und einen zwischen den beiden Teilkreisen angeordneten Aufwärtswandler umfassen.

**[0015]** Dies kann dahingehend weitergebildet werden, dass über eine Parallelschaltung am zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis ein weiterer elektromechani-

scher Energiewandler betreibbar ist, wobei optional ein dritter Spannungswandler zum Wandeln der Gleichspannung im zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis in eine dritte Wechselspannung zum Betreiben des weiteren elektromechanischen Energiewandlers vorgesehen ist, wobei der weitere elektromechanische Energiewandler beispielsweise eine weitere Pumpe, insbesondere eine Speisepumpe zum Pumpen eines Arbeitsmediums in der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung oder ein weiterer Ventilator ist.

**[0016]** Dabei kann der elektromechanische Energiewandler einen Zwischenkreis mit einem Wechselspannungsanschluss umfassen und der Wechselspannungsanschluss kann direkt mit dem zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis verbunden sein.

**[0017]** Gemäß einer anderen Weiterbildung kann über eine Parallelschaltung am zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis und einen bidirektionalen Gleichspannungswandler eine Batterie angeschlossen sein.

**[0018]** Die Erfindung stellt weiterhin ein System bereit, das Folgendes umfasst: eine wärmeerzeugende Vorrichtung mit einem Kühlfluid zum Abführen von Wärme aus der wärmeerzeugenden Vorrichtung und einer Kühlvorrichtung mit einem elektrisch betreibbaren Ventilator zum Kühlen des Kühlfluids, wobei insbesondere die Drehzahl des Ventilators und somit insbesondere seine aufgenommene Leistung vom Kühlbedarf der Kühlvorrichtung vorbestimmt ist; und eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung, insbesondere eine Organic-Rankine-Cycle-Vorrichtung, die einen Verdampfer zum Verdampfen eines Arbeitsmediums, eine durch Expandieren des verdampften Arbeitsmediums mit dem verdampften Arbeitsmedium betreibbare Expansionsmaschine, einen mit der Expansionsmaschine betreibbaren elektrischen Generator und einen Kondensator zum Kondensieren des expandierten Arbeitsmediums umfasst; wobei der Ventilator weiterhin zum Kühlen des Arbeitsmediums im Kondensator vorgesehen ist; und wobei das System weiterhin eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben des Ventilators als elektromechanischen Energiewandler oder eine der oben beschriebenen Weiterbildungen umfasst.

**[0019]** Das System kann dahingehend weitergebildet werden, dass die Drehzahl des Ventilators durch eine mit der Kühlvorrichtung zu erzielende Temperatur des Kühlfluids vorgegeben ist.

**[0020]** Die oben genannten Probleme werden zumindest teilweise auch durch das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 10 gelöst.

**[0021]** Die Erfindung offenbart somit ein Verfahren zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers, beispielsweise einer Pumpe oder eines Ventilators mit einer vorbestimmten Drehzahl, umfassend die Schritte: Wandeln einer ersten Wechselspannung eines Generators in eine Gleichspannung in einem Gleichstromzwischenkreis zwischen dem Generator und dem elektromechanischen Energiewandler, wobei der elektrische Generator mit einer Welle einer Expansionsmaschi-

ne einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung verbunden ist, sich zusammen mit der Welle dreht und durch die Welle angetrieben wird; Anlegen der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis an den elektromechanischen Energiewandler; Anlegen einer Gleichspannung an den Gleichspannungszwischenkreis von einer elektrischen Zusatzenergieversorgung, insbesondere mit elektrischer Energie aus einem öffentlichen Stromnetz; Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie vom Generator, um den elektromechanischen Energiewandler mit der vorbestimmten Drehzahl zu betreiben, und Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie von der Zusatzenergieversorgung, falls die vom Generator bereitgestellte elektrische Energie für das Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers mit der vorbestimmten Drehzahl nicht ausreichend ist.

**[0022]** Optional kann eine zweite Wechsellspannung aus dem Gleichspannungszwischenkreis erzeugt werden, und diese (anstatt der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis) an den elektromechanischen Energiewandler (z.B. an einen Ventilatormotor) angelegt werden.

**[0023]** Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens oder dessen Weiterbildungen entsprechen jenen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. deren Weiterbildungen und werden daher hier nicht wiederholt.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann dahingehend weitergebildet werden, dass die Zusatzenergieversorgung ein öffentliches Stromnetz ist, das über eine Gleichrichterschaltung mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist, und das Verfahren weiterhin den folgenden Schritt umfasst: Vermeiden einer Einspeisung von elektrischer Energie in das öffentliche Stromnetz durch Reduzieren der vom Generator bereitgestellten Energie, insbesondere durch Reduzieren des in den thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung eingebrachten Wärmestroms und/oder durch Reduzieren des Wirkungsgrades der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung.

**[0025]** Alternativ dazu kann das erfindungsgemäße Verfahren dahingehend weitergebildet werden, dass die Zusatzenergieversorgung ein öffentliches Stromnetz ist, das über eine bidirektionale Stromrichterschaltung mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist, das Verfahren weiterhin den folgenden Schritt umfasst: Einspeisen von überschüssiger Energie vom Generator in das öffentliche Stromnetz.

**[0026]** Eine andere Weiterbildung besteht darin, dass der Gleichspannungszwischenkreis einen mit dem Generator verbundenen ersten Teil-Gleichspannungszwischenkreis und einen mit dem elektromechanischen Energiewandler verbundenen zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis umfasst, wobei das Verfahren den folgenden weiteren Schritt umfasst: Wandeln der ersten Gleichspannung im ersten Teil-Gleichspannungszwischenkreis in eine höhere, in den zweiten Teil-Gleich-

spannungszwischenkreis eingebrachte zweite Gleichspannung.

**[0027]** Dies kann so weitergebildet werden, dass das Verfahren den weiteren Schritt umfasst: Einstellen der zweiten Gleichspannung unterhalb einer von der Zusatzenergieversorgung bereitgestellten dritten Gleichspannung im zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis, falls die vom Generator bereitgestellte elektrische Energie für das Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers mit der vorbestimmten Drehzahl nicht ausreichend ist.

**[0028]** Gemäß einer anderen Weiterbildung kann das Verfahren den folgenden weiteren Schritt umfassen: Wandeln der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis in eine dritte Wechsellspannung zum Betreiben eines weiteren elektromechanischen Energiewandlers, insbesondere einer Pumpe, beispielsweise einer Speisepumpe zum Pumpen eines Arbeitsmediums in der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung oder zum Betreiben eines weiteren Ventilators.

**[0029]** Die genannten Weiterbildungen können einzeln eingesetzt oder wie beansprucht geeignet miteinander kombiniert werden.

**[0030]** Weitere Merkmale und beispielhafte Ausführungsformen sowie Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es versteht sich, dass die Ausführungsformen nicht den Bereich der vorliegenden Erfindung erschöpfen. Es versteht sich weiterhin, dass einige oder sämtliche der im Weiteren beschriebenen Merkmale auch auf andere Weise miteinander kombiniert werden können.

## Zeichnungen

### [0031]

- Fig. 1A zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 1B zeigt ein erfindungsgemäßes System mit der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 2 zeigt Betriebszustände des oder der Ventilatoren in der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 4 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 5 zeigt eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 6 zeigt eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 7 zeigt eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 8 zeigt eine siebte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.
- Fig. 9 zeigt eine achte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 10 zeigt eine neunte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 11 zeigt eine zehnte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0032]** Gleiche Bezugszeichen in den Zeichnungen beziehen sich auf identische oder entsprechende Komponenten. Teilweise werden zur Vereinfachung der Darstellung in den Zeichnungen gegenüber zuvor beschriebenen Ausführungsformen nur zusätzliche Komponenten mit Bezugszeichen versehen.

### Ausführungsformen

**[0033]** Die Ausführungsformen zeigen als elektromechanische Energiewandler lediglich beispielhaft einen oder mehrere Ventilatoren und/oder eine oder mehrere Pumpen, insbesondere beispielsweise eine Speisepumpe in der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung. Elektromechanische Energiewandler wandeln elektrische Energie in mechanische Bewegungsenergie um, wobei die Bewegung linear oder rotierend erfolgen kann. Dementsprechend wird zwischen Linearmaschinen und rotierenden elektrischen Maschinen unterschieden. Die Ausführungsformen betreffen rotierende elektrische Maschinen, jedoch können für die elektromechanischen Energiewandler in den Ausführungsformen bei denen eine Drehzahlregelung nicht wesentlich ist, auch Linearmaschinen eingesetzt werden.

**[0034]** Weiterhin sind die elektromechanischen Energiewandler in den Ausführungsformen überwiegend so konstruiert, dass der elektromechanische Energiewandler selbst einen Zwischenkreis mit einem Wechselspannungsanschluss aufweist. Diese Ausführungsformen können jeweils so abgewandelt werden, dass ein entsprechender Spannungswandler am Gleichspannungszwischenkreis zur Verbindung mit dem elektromechanischen Energiewandler vorgesehen ist.

**[0035]** Fig. 1A zeigt eine erste Ausführungsform 100 der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines Ventilators.

**[0036]** Die Vorrichtung 100 umfasst einen elektrisch betreibbaren Ventilator 80 mit einem Motor 10 und einem DC/AC Spannungswandler 44, einen elektrischen Generator 20, der mit einer Welle 35 einer Expansionsmaschine 30 einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung, hier einer ORC-Vorrichtung, verbunden ist und zusammen mit der Welle 35 drehbar ist. Zwischen dem Generator 20 und dem Ventilator 80 sind ein erster Spannungswandler 42 (Eingangswandler 42) und ein Gleichspannungszwischenkreis 40 vorgesehen. Der erste Spannungswandler 42 ist zum Wandeln einer ersten Wechselspannung des elektrischen Generators 20 in eine Gleichspannung ausgebildet. Der DC/AC Spannungswandler 44 (oder Ausgangswandler 44) ist zum Wandeln einer Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis 40 in eine zweite Wechselspannung zum Betreiben des Ventilatormotors 10 ausgebildet. Der

Gleichspannungszwischenkreis 40 ist mit einer elektrischen Zusatzenergieversorgung 50, hier einem öffentlichen Stromnetz 51, verbunden. Die Vorrichtung 100 umfasst weiterhin eine Regeleinrichtung 60 zum Regeln der dem Ventilator 80 zugeführten elektrischen Energie, so dass der Ventilator mit einer vorbestimmten Drehzahl betreibbar ist, wobei die Regeleinrichtung 60 so ausgebildet ist, dass sie die dem Ventilator 80 zugeführte elektrische Energie vom Generator 20 regelt und, falls die vom Generator 20 bereitgestellte elektrische Energie dafür nicht ausreichend ist, die dem Ventilator 80 zugeführte elektrische Energie von der Zusatzenergieversorgung 50 regelt.

**[0037]** Der Gleichspannungszwischenkreis 40 beinhaltet einen Kondensator 41. Die Wechselspannung vom öffentlichen Stromnetz 51 wird durch eine Gleichrichterschaltung 52 gleichgerichtet und an den Gleichspannungszwischenkreis 40 angelegt. Die Regeleinrichtung 60 ist weiterhin dazu ausgebildet ist, die vom Generator 20 bereitgestellte Energie zu reduzieren, um dem Energiebedarf der/des Verbraucher(s) zu entsprechen, insbesondere durch Reduzieren des in die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung eingebrachten Wärmestroms und/oder durch Reduzieren des Wirkungsgrades der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung.

**[0038]** Die ORC-Vorrichtung zur Gewinnung von elektrischer Energie aus Wärmeenergie (beispielsweise Abwärme) umfasst: eine Speisepumpe, die flüssiges Arbeitsmedium unter Druckerhöhung zu einem Verdampfer fördert, dem Verdampfer selbst, in dem das Arbeitsmedium unter Zuführung von Wärme vorgewärmt, verdampft und optional zusätzlich überhitzt wird, die Expansionsmaschine 30, in welcher das unter hohem Druck stehende verdampfte Arbeitsmedium entspannt wird und dabei mechanische Energie erzeugt, welche über den Generator 20 in elektrische Energie gewandelt werden kann, und einem Kondensator, in dem der Niederdruckdampf (entspanntes Arbeitsmedium) aus der Expansionsmaschine 30 entthitzt und verflüssigt wird. Aus dem Kondensator gelangt das flüssige Arbeitsmedium wieder zur Speisepumpe des Systems, wodurch der thermodynamische Kreislauf geschlossen ist.

**[0039]** Fig. 1B zeigt ein erfindungsgemäßes System in Kombination mit der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1A.

**[0040]** Das System umfasst eine wärmeerzeugende Einrichtung 110, einen Ausgang 111 der wärmeerzeugenden Einrichtung, wobei der Ausgang 111 zum Abführen von zu kühlendem Prozessfluid von der wärmeerzeugenden Einrichtung 110 vorgesehen ist; einen Eingang 112 der wärmeerzeugenden Einrichtung 110, wobei der Eingang 112 zum Zuführen von gekühltem Prozessfluid zur wärmeerzeugenden Einrichtung 110 vorgesehen ist; und eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung, insbesondere eine ORC-Vorrichtung, wobei die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung umfasst: einen Verdampfer 120 mit einem Einlass 121 zum Zuführen des zu kühlenden Prozessfluids vom Ausgang

111 der wärmeerzeugenden Einrichtung 110 und mit einem Auslass 122 zum Abführen des gekühlten Prozessfluids zum Eingang 112 der wärmeerzeugenden Einrichtung 110, wobei der Verdampfer 120 zum Verdampfen eines Arbeitsmediums der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung mittels Wärme aus dem Prozessfluid ausgebildet ist; die Expansionsmaschine 30 zum Expandieren des verdampften Arbeitsmediums und zur Erzeugung von elektrischer Energie mittels elektrischem Generator 20; einen luftgekühlten Kondensator 150 zum Verflüssigen des expandierten Arbeitsmediums; und eine Pumpe 160 zum Pumpen des verflüssigten Arbeitsmediums zum Verdampfer.

**[0041]** Zusätzlich ist ein Luftkühler 170 zum Kühlen wenigstens eines Teils des zu kühlenden Prozessfluids vorgesehen. Das System umfasst eine Abzweigung 171, die beispielhaft in Bezug auf eine Strömungsrichtung des Prozessfluids stromabwärts des Ausgangs 111 und stromaufwärts des Einlasses 121 zum Aufteilen des zu kühlenden Prozessfluids in einen ersten und einen zweiten Teilstrom des Prozessfluids vorgesehen ist. Das System umfasst weiterhin eine Zusammenführung 172, die in Bezug auf eine Strömungsrichtung des Prozessfluids stromabwärts des Auslasses 122 und stromaufwärts des Eingangs 112 zum Zusammenführen des durch den Kühler 170 gekühlten zweiten Teilstroms des Prozessfluids und des durch den Verdampfer 120 gekühlten ersten Teilstroms des Prozessfluids vorgesehen ist; wobei die Abzweigung 171 zum Zuführen des ersten Teilstroms zum Verdampfer 120 und zum Zuführen des zweiten Teilstroms zum Kühler 170 ausgebildet ist. Der Strom der Umgebungsluft geht nacheinander zuerst durch den Kühler 170 und danach durch den Kondensator 150.

**[0042]** Die konkrete Ausgestaltung des Systems ist lediglich beispielhaft.

**[0043]** Fig. 2 zeigt Betriebszustände des oder der Ventilatoren in der ersten Ausführungsform 100 der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Diagramm Leistung gegen Außentemperatur, die im Folgenden genauer beschrieben werden.

**[0044]** Der Ventilator 80 wird über den DC-Zwischenkreis (Direct Current) 40 (oder über mehrere DC-Zwischenkreise) mit dem Generator 20 verbunden. Die Drehzahl des Ventilators 80 wird abhängig von einer Soll-Vorlauftemperatur eines Kühlsystems geregelt und ist unabhängig von der Generatordrehzahl und Energiezufuhr aus dem ORC-Prozess.

**[0045]** Erzeugt der ORC-Prozess weniger Energie als am Zwischenkreis 40 ( $U_{DC}$ ) benötigt wird, so wird die fehlende Energie aus dem öffentlichen Netz 51 über den Gleichrichter 52 bezogen. Der Gleichrichter 52 stellt auch einen Betrieb des Ventilators 80 unabhängig vom thermodynamischen Kreisprozesses sicher (z.B. bei Ausfall, Fehler). Im Falle eines Fehlers oder Ausfalls des Kreisprozesses wird die gesamte benötigte Leistung aus dem Netz 51 bezogen. Der Kühler, der von diesem Ventilator 80 betrieben wird, kann also durchgängig und unabhängig eine ausreichende Kühlleistung zur Verfügung stel-

len.

**[0046]** Erzeugt der ORC-Prozess mehr Energie, als am Zwischenkreis 40 ( $U_{DC}$ ) benötigt wird (dafür ist das System für den normalen Betriebsfall unterhalb einer bestimmten Außentemperatur ausgelegt) müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden.

**[0047]** Die Drehzahl des Generators 20 wird zunächst am optimalen Arbeitspunkt des ORC-Prozesses ausgerichtet und mittels Eingangswandler 42 geregelt (geregelter Betrieb). Es wird in diesem Betriebspunkt die an den ORC übertragene Wärmemenge  $Q_{zu}$  mit einem optimalen Wirkungsgrad  $\eta_{ORC}$  in elektrische Energie  $P_{el}$  gewandelt.

**[0048]** Um die gewandelte elektrische Energie wunschgemäß zu reduzieren, gibt es prinzipiell zwei unterschiedliche Möglichkeiten:

- Reduktion der zugeführten Wärme  $Q_{zu}$  durch Reduktion der Speisepumpendrehzahl
- Reduktion des Wirkungsgrads  $\eta_{ORC} = \eta_{th} \cdot \eta_{Gen} \cdot \eta_{EW}$  durch Verschlechterung von einzelnen Wirkungsgraden in der Wirkungsgradkette wie z.B. des thermischen Wirkungsgrads  $\eta_{th}$ , des Generatorwirkungsgrads  $\eta_{Gen}$  oder des Wirkungsgrads des Eingangswandlers  $\eta_{EW}$

**[0049]** In der realen Umsetzung werden die Maßnahmen sich jeweils geringfügig gegenseitig beeinflussen, so wird z.B. die Reduktion der Speisepumpendrehzahl zu anderen Dampfparametern und somit auch zu einem geänderten thermischen Wirkungsgrad führen.

**[0050]** Anders als bei bisherigen ORC-Regelungen wird die Spannung  $U_{DC}$  nun als Regelgröße für Generatordrehzahl und / oder die Speisepumpendrehzahl herangezogen und die Drehzahl solange reduziert oder auch wieder erhöht, bis sich ein stabiles Gleichgewicht zwischen ORC-Leistungserzeugung und Energieverbrauch einstellt. Bei konstanter Abnahme durch den Ventilator verhält sich die Spannung  $U_{DC}$  so, dass sie bei steigender ORC-Leistung ebenfalls steigt. Die Spannung  $U_{DC}$  dient somit als Regelgröße.

**[0051]** Nach Stand der Technik würde am Zwischenkreis 40 ein Brems-Chopper vorgesehen, welcher die Zwischenkreisspannung auf einen für die Bauteile unkritischen Wert begrenzt. Dieser besitzt jedoch den Nachteil, dass eine ausreichende Wärmeabfuhr des Bremswiderstandes gewährleistet werden muss und die Materialkosten durch die zusätzliche Komponente steigen. Auf diesen kann hier verzichtet werden. Stattdessen werden erfindungsgemäß über eine schnelle Regelung des Eingangswandlers 42 und einer Ansteuerung des Generators 20 im suboptimalen Bereich mehr Verluste im Generator 20 erzeugt und dadurch die Zwischenkreisspannung begrenzt. Das heißt, der Eingangswandlers 42 wird in beabsichtigter Weise mit einem schlechteren Wirkungsgrad betrieben.

**[0052]** Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform 200

der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines Ventilators.

**[0053]** Gegenüber der ersten Ausführungsform 100 gemäß Fig. 1A umfasst der Gleichspannungszwischenkreis 40 einen mit dem Eingangswandler 42 verbundenen ersten Teil-Gleichspannungszwischenkreis 46, einen mit dem Ausgangswandler 44 verbundenen zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis 48 und einen zwischen den beiden Teilkreisen angeordneten Aufwärtswandler 45. Der Aufwärtswandler 45 wird synonym auch als Hochsetzsteller oder Step-Up Converter bezeichnet.

**[0054]** Um Generatoren mit einer Nennspannung deutlich unterhalb der benötigten Ausgangsspannung für die Ventilatoren zu erhalten wird der Hochsetzsteller 45 zwischengeschaltet. Der Netzanschluss besteht hierbei aus einem passiven B6-Gleichrichter 52 welcher 3phasig angeschlossen wird.

**[0055]** Fig. 4 zeigt eine dritte Ausführungsform 300 der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines Ventilators.

**[0056]** Alternativ zur zweiten Ausführungsform 200 gemäß Fig. 3 kann die Netzkopplung auch auf Eingangsseite des Hochsetzstellers 45 erfolgen. Außerdem wird eine aktive Netzkopplung über Leistungsfaktorkorrekturstufe 54 (aktive PFC, Power Factor Correction) verwendet, welche immer eine geringe Leistung aus dem Netz zieht und so der Regelung der Leistungsbalance zwischen ORC Generator und Verbraucher (Ventilator) Spielraum verschafft. Im Unterschied zur zweiten Ausführungsform reicht ein 1 phasiger Netzanschluss. Durch die aktive PFC wird die Stromaufnahme im Unterschied zur zweiten Ausführungsform nahezu sinusförmig (Vermeidung von Oberwellen).

**[0057]** Fig. 5 zeigt eine vierte Ausführungsform 400 der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0058]** In der vierten Ausführungsform 400 ist im Vergleich zu der zweiten Ausführungsform 200 eine Parallelschaltung am zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis 48 vorgesehen. Auf diese Weise kann eine Pumpe 81 über einen weiteren Ausgangswandler 49 zum Wandeln der Gleichspannung im zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis 48 in eine dritte Wechselspannung zum Betreiben eines Motors 11 der Pumpe 81, beispielsweise einer Wasserpumpe und/oder einer Speisepumpe zum Pumpen eines Arbeitsmediums in der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung angetrieben werden.

**[0059]** Hierbei wird neben dem Ventilator 80 auch die Pumpe 81 aus dem zweiten Zwischenkreis 48 (U\_DC2) versorgt. Der Vorteil ist eine weitere Effizienzsteigerung, da im normalen Betrieb auch die Energie der Pumpe 81 aus dem ORC-Prozess stammt und nicht aus dem Netz 51 bezogen werden muss. Für den Anlauf des ORC-Prozesses wird die Energie über die B6 Brücke 52 aus dem Netz 51 bezogen. In gleicher Weise kann auch eine Hilfsspannungsversorgung (z.B. 24 VDC, nicht dargestellt) aus dem Zwischenkreis 48 entnommen werden.

**[0060]** Fig. 6 zeigt eine fünfte Ausführungsform 500

der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0061]** Gegenüber der vierten Ausführungsform 400 wird anstatt der Pumpe 81 ein weiterer Ventilator 82 angetrieben.

5 **[0062]** Die fünfte Ausführungsform 500 zeigt eine Parallelschaltung mehrerer Ventilatoren 80, 82 am gemeinsamen DC-Zwischenkreis. Hier lassen sich, abhängig von der Leistung der Ventilatoren, beliebig viele Ventilatoren parallel schalten. In der Praxis werden häufig mehrere Ventilatoren und größere Kühler eingesetzt, um  
10 Laufruhe und Effizienz durch verringerte Luftgeschwindigkeiten zu verbessern.

**[0063]** Fig. 7 zeigt eine sechste Ausführungsform 600 der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

15 **[0064]** Die sechste Ausführungsform 600 beinhaltet die Versorgung mehrerer Ventilatoren 80, 82 über einen gemeinsamen Umrichter, nämlich den Ausgangswandler 44. Die Parallelschaltung erfolgt also AC-seitig. Hierfür ist ein dem gemeinsamen Umrichter 44 nachgeschaltetes  
20 Sinusfilter 13 erforderlich. Dieser liefert einen sinusförmigen Ausgangsstrom variabler Frequenz. Der Vorteil gegenüber der fünften Ausführungsform 500 ergibt sich durch eine einfachere Verkabelung (Spannungsfestigkeit, Wegfall geschirmter Leitung) und bessere EMV-Eigenschaften (Elektromagnetische Verträglichkeit). Die Verkabelung zwischen Umrichter 44 und Ventilatormotor kann dabei beispielsweise 10 m und länger werden.

**[0065]** Fig. 8 zeigt eine siebente Ausführungsform 700 der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

30 **[0066]** Die siebente Ausführungsform 700 zeigt den Anschluss eines dreiphasigen AC-Eingangs eines Lüfters 80 direkt an den DC Zwischenkreis 48. Der Wandler 44 verfügt in der Regel über Eingangsgleichrichterioden (Bodyioden), welche einen direkten Anschluss an einen DC Kreis ermöglichen. Der Zwischenkreis 48 (U\_DC2) wird somit direkt an den Zwischenkreis des Ventilatorconverters (Wandler 44) angeschlossen. So können direkt handelsübliche geregelte EC-Lüfter (Electronically Commutated Motor) eingesetzt werden. Eine ggf. vorhandene Phasenausfall- oder AC-Spannungsüberwachung muss hierfür deaktiviert werden. Auch diese Ausführungsform lässt in einer Abwandlung den Anschluss  
40 mehrerer Lüfter parallel zu.

45 **[0067]** Fig. 9 zeigt eine achte Ausführungsform 800 der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0068]** Die achte Ausführungsform 800 zeigt einen Energiespeicher, beispielsweise eine Batterie 70 am Zwischenkreis 48. Dies ist ein Schritt in Richtung eines komplett stromlosen Lüfters (alle Verbraucher wie Pumpen, Lüfter, Hilfsspannungsversorgung sind am Zwischenkreis angeschlossen, es wird zumindest keine dauerhafte Anbindung an das elektrische Versorgungsnetz benötigt, und bei entsprechender Dimensionierung der Batterie 70 kann der Netzanschluss ganz entfallen) und ermöglicht außerdem mehr Freiheiten bei der Auslegung des Regelkreises der ORC-Leistung.

**[0069]** Fig. 10 zeigt eine neunte Ausführungsform 900

der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0070]** In der neunten Ausführungsform 900 ist eine Topologie mit rückspeisefähigem Netzumrichter 53 (bidirektionale Stromrichterschaltung) dargestellt. Überschüssige Energie fließt so ins Netz 51 zurück ohne den ORC-Generator in seiner Leistung zu begrenzen. Der Einspeisumrichter 53 muss den im jeweiligen Land gültigen Einspeiserichtlinien entsprechen. Der Entfall des erhöhten Aufwands für die Erfüllung aller technischen und regulatorischen Einspeiserichtlinien ist der Vorteil aller vorangegangenen Ausführungsformen.

**[0071]** Fig. 11 zeigt eine zehnte Ausführungsform 1000 der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0072]** Die zehnte Ausführungsform 1000 stellt die Versorgung einer Pumpe 83, beispielsweise einer Heißwasserpumpe eines Heizkreises aus dem DC-Zwischenkreis 48, dar. Es kann jedoch statt der Pumpe 83 auch ein Kompressor oder jeder sonstige elektrische Verbraucher angeschlossen werden.

**[0073]** Pumpen haben in dieser Anwendung oft einen höheren Leistungsbedarf als die Ventilatoren. Ist die benötigte Pumpenleistung dauerhaft größer als die ORC-Leistung ist ein direkter Anschluss des DC-Ausgangs des ORC Generatorumrichters an den Spannungszwischenkreis einer geregelten Pumpe möglich. Der ORC wird dann in seinem optimalen Arbeitspunkt maximal Energie erzeugen, welche zum Betrieb der Pumpe verwendet wird. Zusätzliche Energie wird dauerhaft aus dem Netz bezogen.

**[0074]** Die dargestellten Ausführungsformen sind lediglich beispielhaft. Der vollständige Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch die Ansprüche definiert.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (100-1000) zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers (80, 81, 82, 83), beispielsweise eines Ventilators oder einer Pumpe; umfassend:

eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung (30, 120, 150, 160);

einen elektrischen Generator (20), der mit einer Welle (35) einer Expansionsmaschine (30) der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung verbunden ist und zusammen mit der Welle drehbar ist;

wobei der Generator (20) elektrisch mit einem ersten Spannungswandler (42) verbunden ist, der erste Spannungswandler (42) elektrisch mit einem Gleichspannungszwischenkreis (40) verbunden ist und der Gleichspannungszwischenkreis (40) zum Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers (80, 81, 82, 83) elektrisch mit diesem verbindbar ist;

wobei der erste Spannungswandler (42) zum Wandeln einer ersten Wechselspannung des

elektrischen Generators (20) in eine Gleichspannung ausgebildet ist; und wobei der Gleichspannungszwischenkreis (40) mit einer elektrischen Zusatzenergieversorgung (50), insbesondere einem öffentlichen Stromnetz, verbindbar ist; und

eine Regeleinrichtung (60) zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler (80, 81, 82, 83) zugeführten elektrischen Energie, so dass der elektromechanische Energiewandler mit einer vorbestimmten Drehzahl betreibbar ist, wobei die Regeleinrichtung zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie vom Generator und, falls die vom Generator bereitgestellte elektrische Energie dafür nicht ausreichend ist, zum Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie von der Zusatzenergieversorgung, ausgebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei weiterhin ein zweiter Spannungswandler (44) zum Wandeln einer Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis in eine zweite Wechselspannung zum Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers vorgesehen ist, wobei der zweite Spannungswandler elektrisch mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Zusatzenergieversorgung ein öffentliches Stromnetz (51) ist, das über eine Gleichrichterschaltung (52) oder über eine Leistungsfaktorkorrekturstufe (54) mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbindbar ist, und die Regeleinrichtung optional weiterhin dazu ausgebildet ist, die vom Generator bereitgestellte Energie zu reduzieren, um eine Einspeisung von elektrischer Energie in das öffentliche Stromnetz zu vermeiden, insbesondere durch Reduzieren des in die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung eingebrachten Wärmestroms und/oder durch Reduzieren des Wirkungsgrades der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung; oder wobei die Zusatzenergieversorgung ein öffentliches Stromnetz (51) ist, das über eine bidirektionale Stromrichterschaltung (53) mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbindbar ist, und überschüssige Energie vom Generator in das öffentliche Stromnetz einspeisbar.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Gleichspannungszwischenkreis (40) einen mit dem ersten Spannungswandler (42) verbundenen ersten Teil-Gleichspannungszwischenkreis (46), einen mit dem elektromechanischen Energiewandler verbindbaren oder in Kombination mit Anspruch 2 mit dem zweiten Spannungswandler ver-

- bundenen zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis (48) und einen zwischen den beiden Teilkreisen angeordneten Aufwärtswandler (45) umfasst.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei über eine Parallelschaltung am zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis ein weiterer elektromechanischer Energiewandler betreibbar ist, wobei optional in Kombination mit Anspruch 2 ein dritter Spannungswandler zum Wandeln der Gleichspannung im zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis in eine dritte Wechselspannung zum Betreiben des weiteren elektromechanischen Energiewandlers vorgesehen ist, wobei der weitere elektromechanische Energiewandler beispielsweise eine weitere Pumpe, insbesondere eine Speisepumpe zum Pumpen eines Arbeitsmediums in der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung oder ein weiterer Ventilator ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5 in Kombination mit Anspruch 2, wobei der elektromechanische Energiewandler einen Zwischenkreis mit einem Wechselspannungsanschluss umfasst und der Wechselspannungsanschluss direkt mit dem zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei über eine Parallelschaltung am zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis und einen bidirektionalen Gleichspannungswandler eine Batterie angeschlossen ist.
8. System, umfassend:
- eine wärmeerzeugende Vorrichtung (110) mit einem Kühlfluid zum Abführen von Wärme aus der wärmeerzeugenden Vorrichtung und einer Kühlvorrichtung (150) mit einem elektrisch betriebbaren Ventilator (80) zum Kühlen des Kühlfluids;
- wobei die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung insbesondere eine Organic-Rankine-Cycle-Vorrichtung ist und wobei die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung einen Verdampfer (120) zum Verdampfen eines Arbeitsmediums, die durch Expandieren des verdampften Arbeitsmediums mit dem verdampften Arbeitsmedium betreibbare Expansionsmaschine (30), und einen Kondensator zum Kondensieren des expandierten Arbeitsmediums umfasst;
- wobei der Ventilator (80) weiterhin zum Kühlen des Arbeitsmediums im Kondensator (150) vorgesehen ist; und
- wobei das System weiterhin eine Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Betreiben des Ventilators als elektromechanischen Energiewandler umfasst.
9. System nach Anspruch 8, wobei die Drehzahl des Ventilators durch eine mit der Kühlvorrichtung zu erzielende Temperatur des Kühlfluid vorgegeben ist.
10. Verfahren zum Betreiben eines elektromechanischen Energiewandlers, beispielsweise einer Pumpe oder eines Ventilators mit einer vorbestimmten Drehzahl, umfassend die Schritte:
- Wandeln einer ersten Wechselspannung eines Generators in eine Gleichspannung, die einem Gleichstromzwischenkreis zwischen dem Generator und dem elektromechanischen Energiewandler zugeführt wird, wobei der elektrische Generator mit einer Welle einer Expansionsmaschine einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung verbunden ist, sich zusammen mit der Welle dreht und durch die Welle angetrieben wird;
- optionales Wandeln einer Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis in eine zweite Wechselspannung;
- Anlegen der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis oder der zweiten Wechselspannung an den elektromechanischen Energiewandler;
- Anlegen einer Gleichspannung an den Gleichspannungszwischenkreis von einer elektrischen Zusatzenergieversorgung, insbesondere mit elektrischer Energie aus einem öffentlichen Stromnetz;
- Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie vom Generator, um den elektromechanischen Energiewandler mit der vorbestimmten Drehzahl zu betreiben, und
- Regeln der dem elektromechanischen Energiewandler zugeführten elektrischen Energie von der Zusatzenergieversorgung, falls die vom Generator bereitgestellte elektrische Energie für das Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers mit der vorbestimmten Drehzahl nicht ausreichend ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Zusatzenergieversorgung ein öffentliches Stromnetz ist, das über eine Gleichrichterschaltung mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist, und das Verfahren weiterhin den folgenden Schritt umfasst: Vermeiden einer Einspeisung von elektrischer Energie in das öffentliche Stromnetz durch Reduzieren der vom Generator bereitgestellten Energie, insbesondere durch Reduzieren des in die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung eingebrachten Wärmestroms und/oder durch Reduzieren des Wirkungsgrades der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung.

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Zusatzenergieversorgung ein öffentliches Stromnetz ist, das über eine bidirektionale Stromrichterschaltung mit dem Gleichspannungszwischenkreis verbunden ist, das Verfahren weiterhin den folgenden Schritt umfasst: 5  
Einspeisen von überschüssiger Energie vom Generator in das öffentliche Stromnetz.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei der Gleichspannungszwischenkreis einen mit dem Generator verbundenen ersten Teil-Gleichspannungszwischenkreis und einen mit dem elektromechanischen Energiewandler verbundenen zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis umfasst, wobei das Verfahren den folgenden weiteren Schritt umfasst: 10  
Wandeln der ersten Gleichspannung im ersten Teil-Gleichspannungszwischenkreis in eine höhere, in den zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis eingebrachte zweite Gleichspannung. 15  
20
14. Verfahren nach Anspruch 13, mit dem weiteren Schritt: 25  
Einstellen der zweiten Gleichspannung unterhalb einer von der Zusatzenergieversorgung bereitgestellten dritten Gleichspannung im zweiten Teil-Gleichspannungszwischenkreis, falls die vom Generator bereitgestellte elektrische Energie für das Betreiben des elektromechanischen Energiewandlers mit der vorbestimmten Drehzahl nicht ausreichend ist. 30
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, mit dem weiteren Schritt: 35  
Wandeln der Gleichspannung im Gleichspannungszwischenkreis in eine dritte Wechselspannung zum Betreiben eines weiteren elektromechanischen Energiewandlers, insbesondere einer Pumpe, beispielsweise einer Speisepumpe zum Pumpen eines Arbeitsmediums in der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung oder zum Betreiben eines weiteren Ventilators. 40  
45  
50  
55

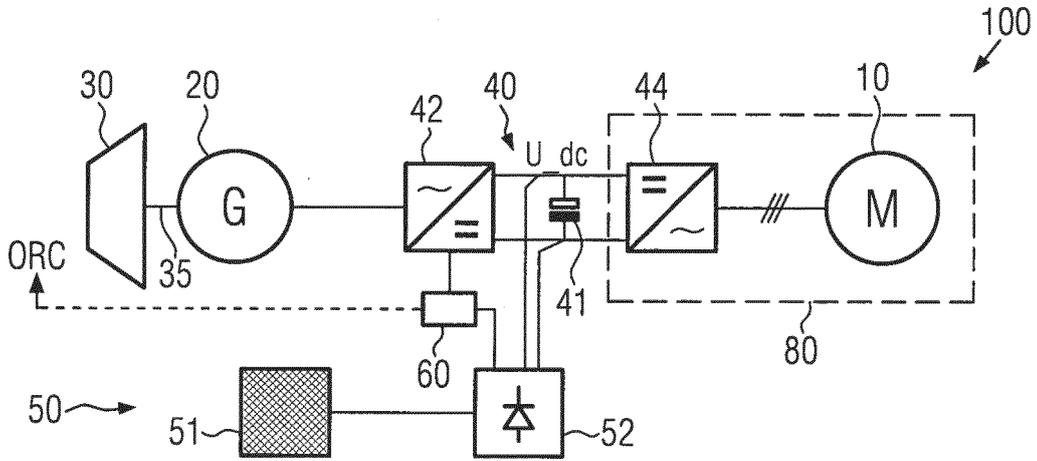


FIG. 1A

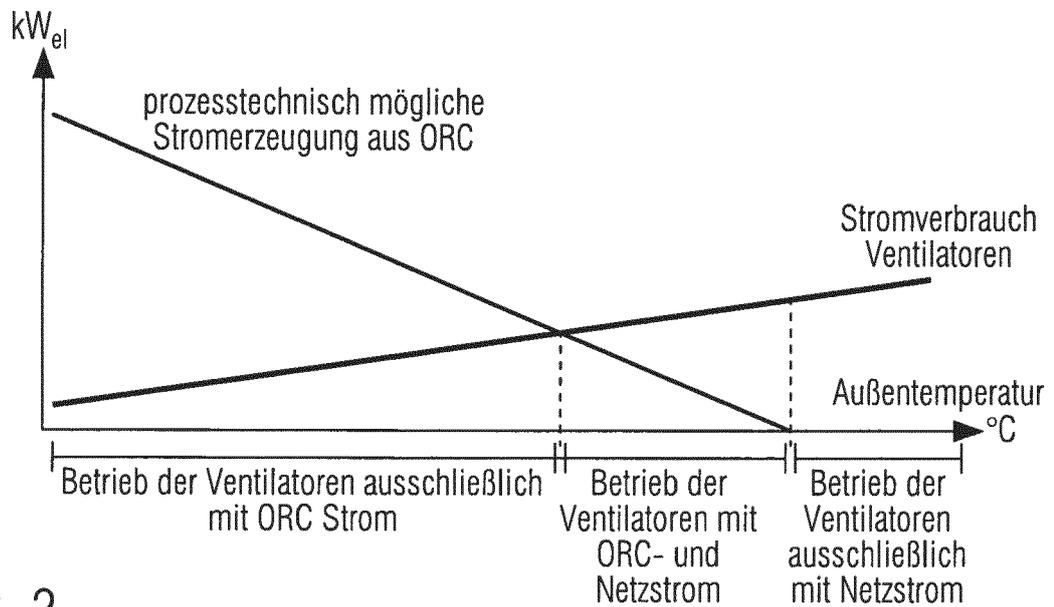


FIG. 2

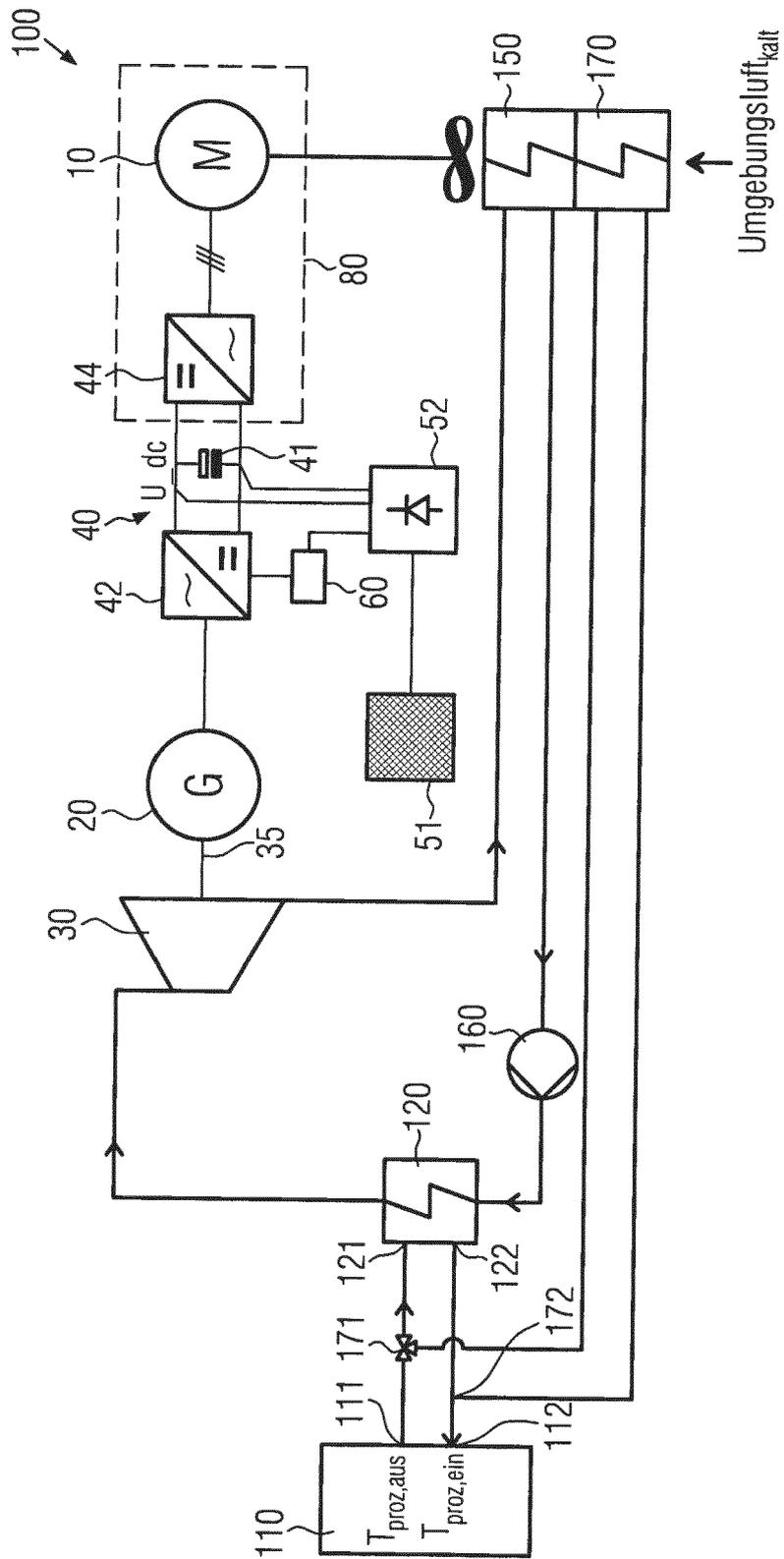


FIG. 1B

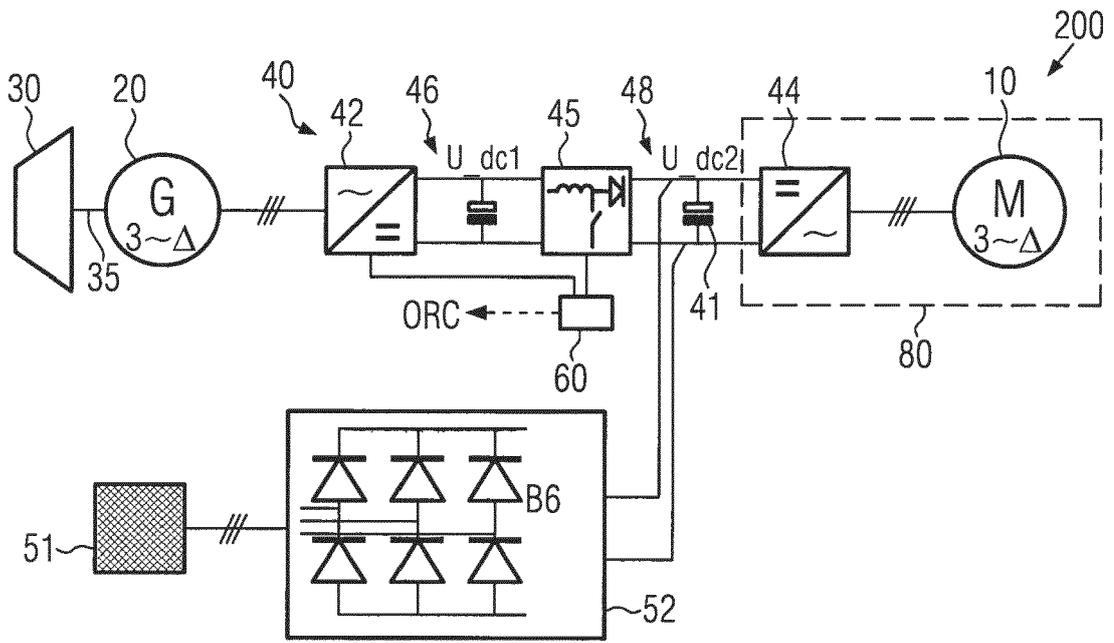


FIG. 3

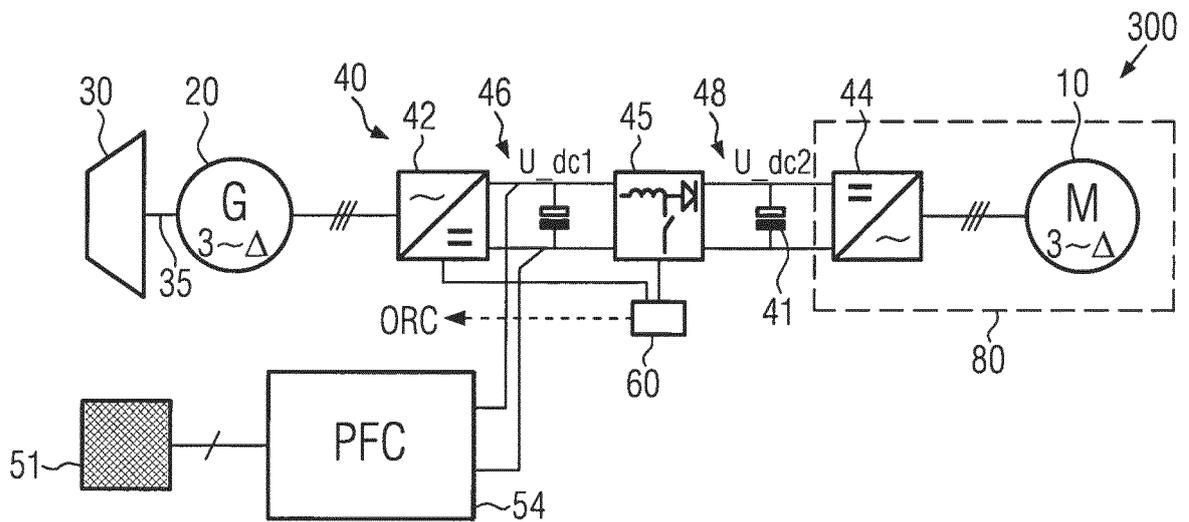


FIG. 4

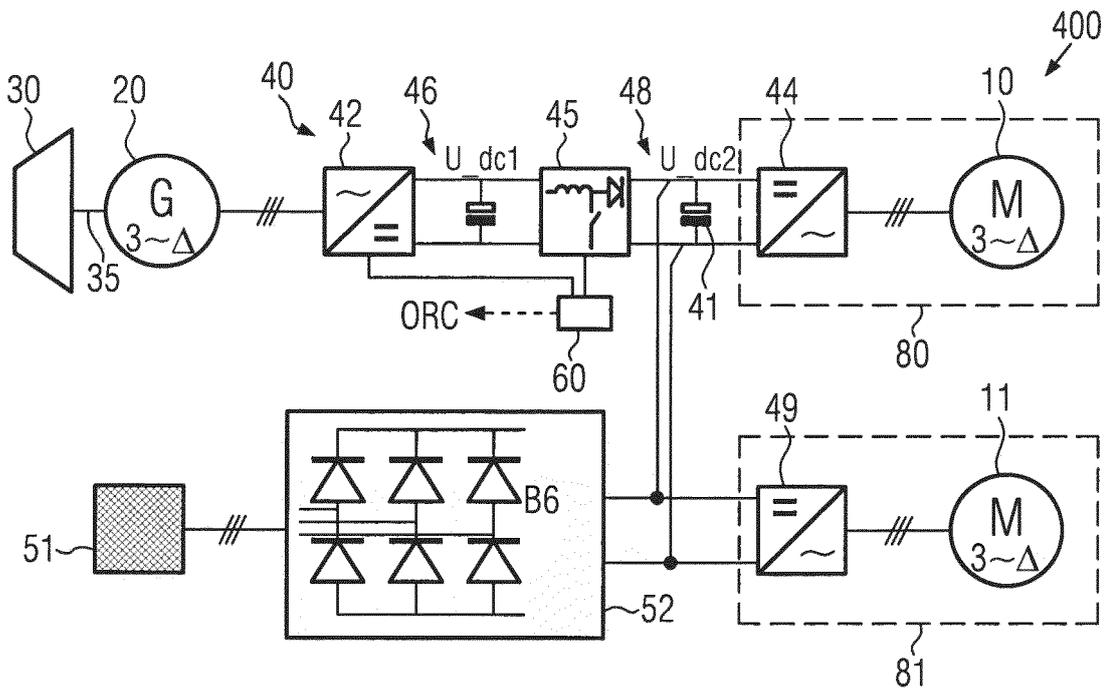


FIG. 5

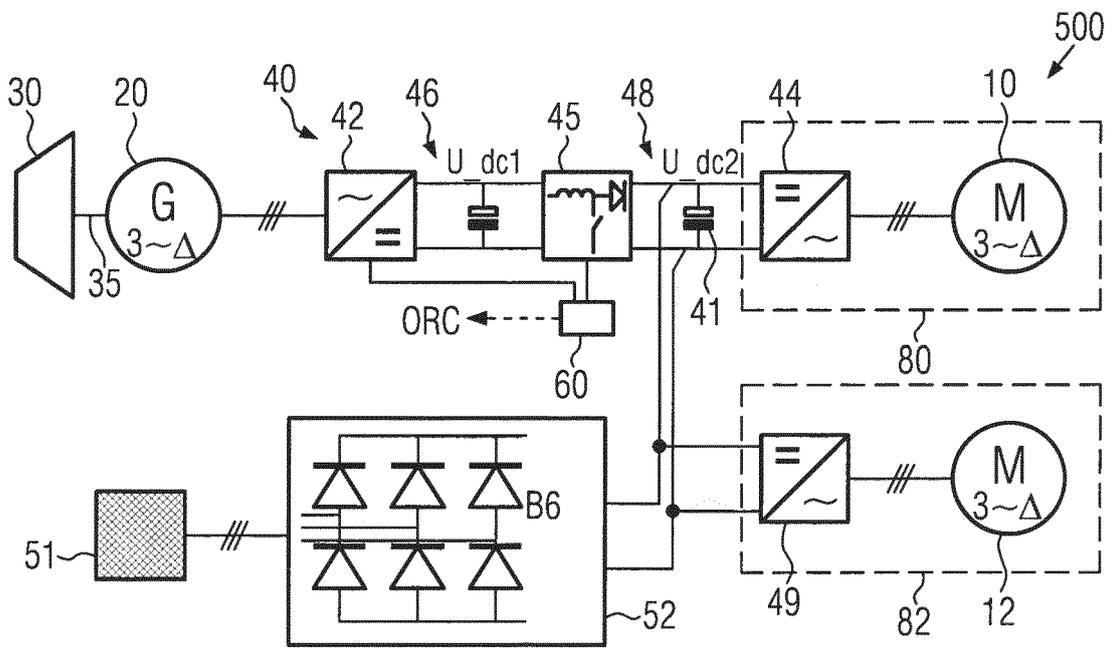


FIG. 6

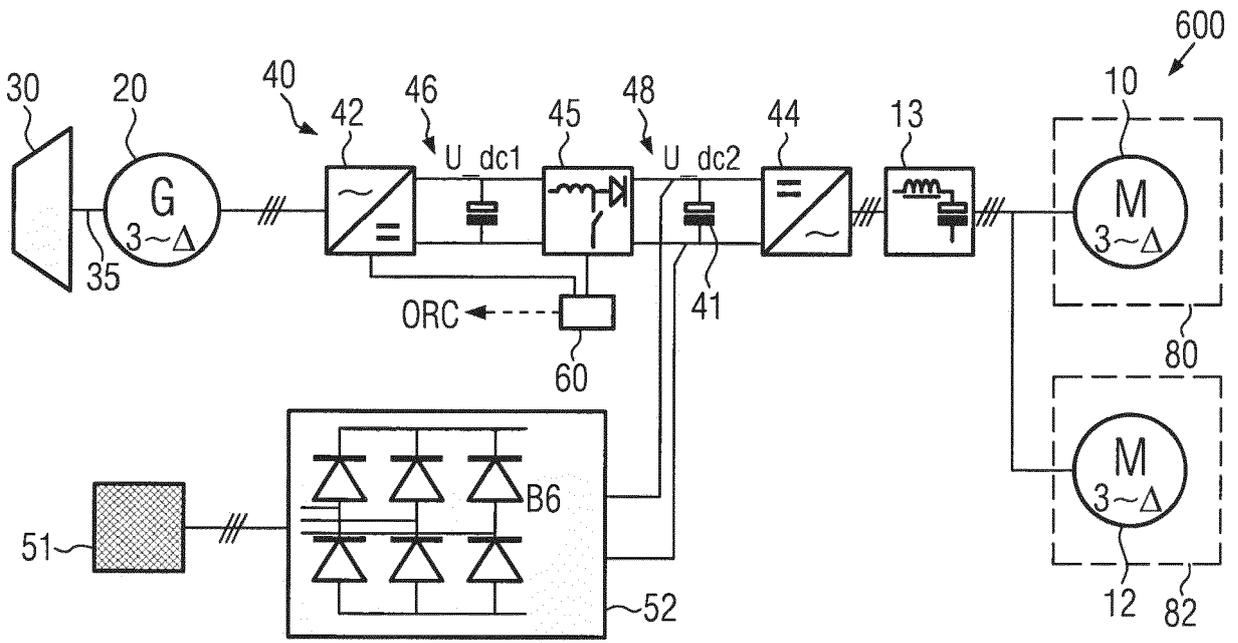


FIG. 7

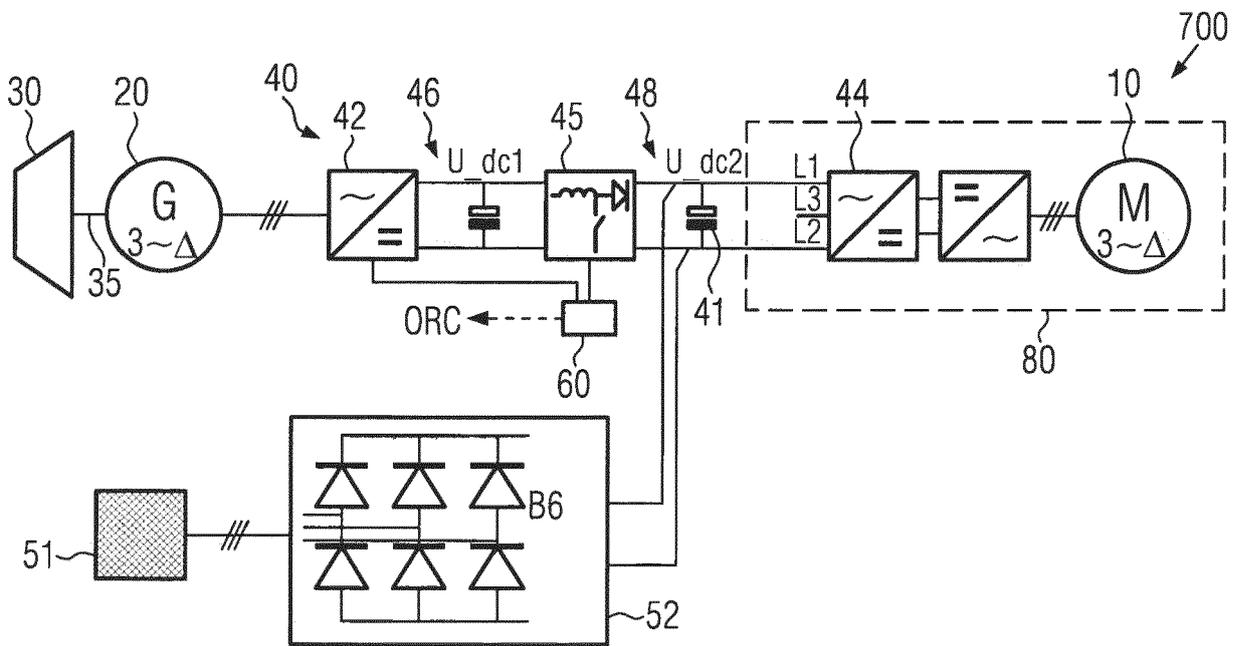


FIG. 8

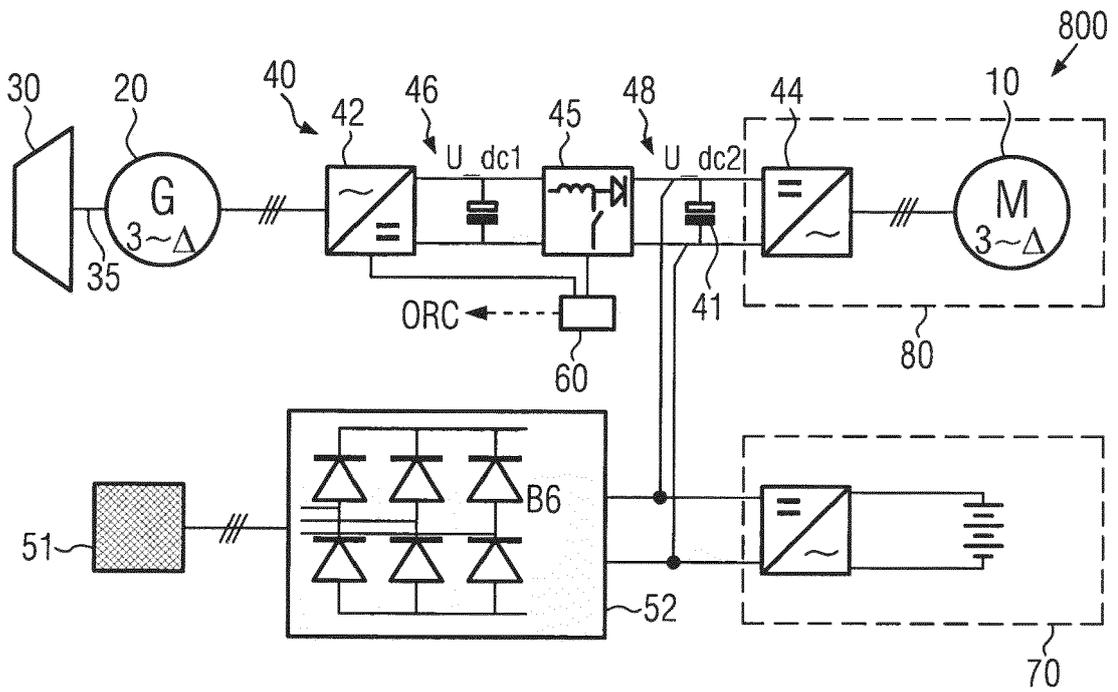


FIG. 9

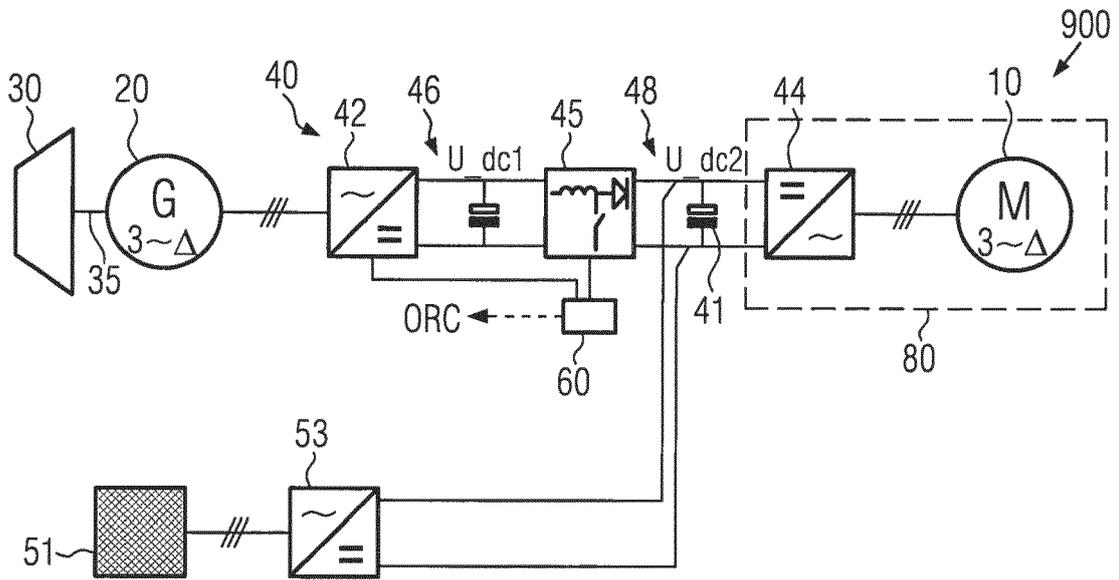


FIG. 10

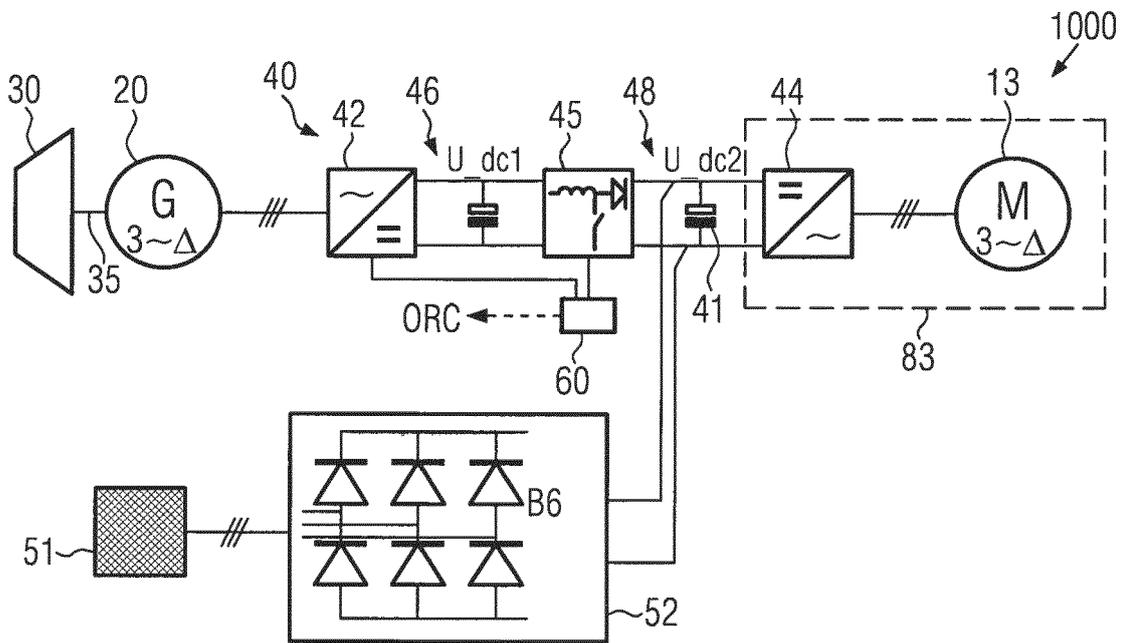


FIG. 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 20 4344

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2008 039449 A1 (RWTH AACHEN [DE]) 4. März 2010 (2010-03-04) * Absatz [0027] - Absatz [0049]; Ansprüche; Abbildungen 3,4 * * Zusammenfassung *	1-15	INV. F01K13/02 F01K13/00 F01K25/08
X	EP 3 163 035 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 3. Mai 2017 (2017-05-03) * Absatz [0009] - Absatz [0117]; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-15	
X	EP 2 957 732 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 23. Dezember 2015 (2015-12-23) * Absatz [0009] - Absatz [0145]; Ansprüche; Abbildungen; Beispiele 1-3 * * Zusammenfassung *	1-15	
X	WO 2011/093854 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]; BIEDERMAN BRUCE P [US] ET AL.) 4. August 2011 (2011-08-04) * Seite 2, Zeile 18 - Seite 15, Zeile 20; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01K
A	DE 10 2011 008027 A1 (ECKERT FRANK [DE]) 5. Juli 2012 (2012-07-05) * Absatz [0014] - Absatz [0026]; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-15	
A	WO 2011/018404 A1 (SIEMENS AG [DE]; FOERSTER INGO [DE] ET AL.) 17. Februar 2011 (2011-02-17) * Seite 4, Zeile 3 - Seite 5, Zeile 23; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>14. Mai 2019</b>	Prüfer <b>Zerf, Georges</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglieder der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 20 4344

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-05-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102008039449 A1	04-03-2010	DE 102008039449 A1	04-03-2010
			EP 2373401 A2	12-10-2011
			JP 5635510 B2	03-12-2014
15			JP 2012500928 A	12-01-2012
			US 2011148123 A1	23-06-2011
			WO 2010025813 A2	11-03-2010
	-----			
	EP 3163035 A1	03-05-2017	CN 106593554 A	26-04-2017
20			EP 3163035 A1	03-05-2017
			JP 2017075587 A	20-04-2017
			US 2017107846 A1	20-04-2017
	-----			
	EP 2957732 A1	23-12-2015	CN 105281624 A	27-01-2016
25			EP 2957732 A1	23-12-2015
			JP 2016021851 A	04-02-2016
			US 2015364910 A1	17-12-2015
	-----			
	WO 2011093854 A1	04-08-2011	CA 2788178 A1	04-08-2011
30			CN 102812212 A	05-12-2012
			EP 2529087 A1	05-12-2012
			SG 182746 A1	30-08-2012
			US 2012299311 A1	29-11-2012
			WO 2011093854 A1	04-08-2011
	-----			
35	DE 102011008027 A1	05-07-2012	KEINE	
	-----			
	WO 2011018404 A1	17-02-2011	CN 102472118 A	23-05-2012
40			EP 2295733 A1	16-03-2011
			EP 2464832 A1	20-06-2012
			WO 2011018404 A1	17-02-2011
	-----			
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82