

**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 699 321 A1**

(51) Int. Cl.: **H02J 3/34** (2006.01)  
**F02C 9/00** (2006.01)  
**F01D 19/00** (2006.01)

**Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01286/08

(71) Anmelder:  
ALSTOM Technology Ltd, Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden (CH)

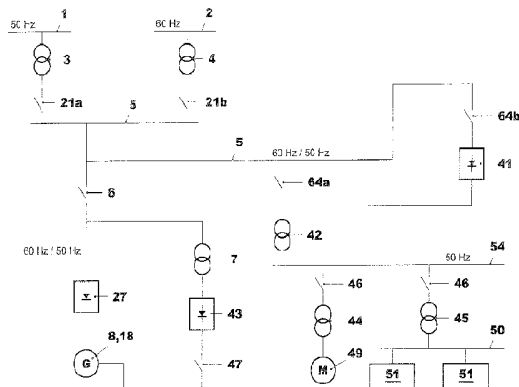
(22) Anmeldedatum: 15.08.2008

(72) Erfinder:  
Dr. Jürgen Hoffmann, 5417 Untersiggenthal (CH)  
Floris van Straaten, 5445 Eggenwil (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.02.2010

(54) **KRAFTWERKSANLAGE ZUM WAHLWEISEN BETRIEB IN STROMNETZEN MIT UNTERSCHIEDLICHER NETZFREQUENZ.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kraftwerksanlage mit mindestens einem Wellenstrang aus einer Turbine und einem von der Turbine direkt angetriebenen, Wechselstrom mit einer Betriebsfrequenz erzeugenden Generator (18). Der mindestens eine Generator (18) liefert über einen elektronischen Frequenzumformer (27) und mindestens einen Aufspanntransformator (3, 4) elektrische Leistung wahlweise an ein erstes elektrisches Netz (1) mit einer ersten Betriebsfrequenz oder ein zweites elektrisches Netz (2) mit einer zweiten Betriebsfrequenz. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Kraftwerksanlage.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Kraftwerkstechnik. Sie betrifft eine Kraftwerksanlage mit elektronischer Frequenzwandlung zwischen Generator und Netz zur sowie ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Kraftwerks.

### Stand der Technik

[0002] Grosse Kraftwerksanlagen mit Leistungen im Bereich von mehr als 100 MW, bei denen ein Strom erzeugender Generator von einer Turbine angetrieben wird und die erzeugte elektrische Leistung in ein Netz mit vorgegebener Netzfrequenz (z.B. 50 oder 60 Hz) einspeist, haben üblicherweise eine feste Kopplung zwischen der (mechanischen) Drehzahl der Turbine und der Netzfrequenz. Der Ausgang des Generators ist dabei über eine Netzverbindung frequenzstarr mit dem Netz verbunden, während er von der Turbine entweder direkt (1-Wellenanlage) oder über ein mechanisches Getriebe drehzahlgekoppelt angetrieben wird. Mittels Getriebe sind nur feste Übersetzungsverhältnisse zwischen einer Turbine und einer Netzfrequenz realisierbar.

[0003] Diese Turbinen sind üblicherweise für den Antrieb von Generatoren zur Erzeugung von elektrischem Strom entwickelt worden, der dann in ein Netz mit einer vorgegebenen Netzfrequenz (entweder 50 Hz oder 60 Hz) eingespeist wird.

[0004] Fig. 1 zeigt in einer stark vereinfachten Darstellung eine Kraftwerksanlage 10' bekannter Art, die mittels einer Gasturbine 12 mit angekoppeltem ersten Generator 118 und einer Dampfturbine 24 mit angekoppeltem zweiten Generator 108 Strom erzeugt und in ein Netz 1 einspeist. Die Gasturbine 12 und der Generator 118 sind durch eine gemeinsame Welle 19 verbunden und bilden einen Wellenstrang 11. Die Gasturbine umfasst im einfachsten Fall einen Verdichter 13, der über einen Lufteinlass 16 Verbrennungsluft ansaugt und verdichtet. Der Verdichter 13 kann aus mehreren hintereinander geschalteten Teilverdichtern zusammengesetzt sein, die auf steigendem Druckniveau arbeiten und ggf. eine Zwischenkühlung der verdichteten Luft ermöglichen. Die im Verdichter 13 verdichtete Verbrennungsluft gelangt in eine Brennkammer 15, in die über eine Brennstoffzufuhr 17 flüssiger (z.B. Öl) oder gasförmiger (z.B. Erdgas) Brennstoff eingedüst und unter Verbrauch von Verbrennungsluft verbrannt wird.

[0005] Die aus der Brennkammer 15 austretenden heissen Gase werden in einer nachfolgenden Turbine 14 unter Arbeitsleistung entspannt und treiben so den Verdichter 13 und den angekoppelten ersten Generator 118 an. Das beim Austritt aus der Turbine noch relativ heisse Abgas wird durch einen nachfolgenden Abhitzedampferzeuger 23 geschickt, um in einem separaten Wasser-Dampf-Kreislauf 25 Dampf für den Betrieb einer Dampfturbine 24 zu erzeugen. Kondensator, Speisewasserpumpe und weitere Systeme des Wasser-Dampfkreislaufes 25 sind zur Vereinfachung der Darstellung nicht gezeigt. Eine solche Kombination von Gasturbinen- und Dampfkraftwerk wird als Kombikraftwerk bezeichnet. Die Dampfturbine 24 kann dabei mit dem ersten Generator 118 auf der der Turbine 14 gegenüberliegenden Seite gekoppelt sein; Gasturbine 12, ersten Generator 118 und Dampfturbine 24 bilden dann einen sogenannten «Single Shaft Power Train». Die Dampfturbine 24 kann aber auch, so wie in Fig. 1 gezeigt, einen eigenen zweiten Generator 108 auf einem separaten Wellenstrang 11' antreiben. Für Mehrwellenanlagen sind verschiedene Kombinationen bekannt. Beispielsweise sind sogenannte 2 auf 1 Anordnungen, in denen eine Dampfturbine 24 auf einem Wellenstrang 11' mit einem zweiten Generator 108 durch zwei Gasturbinen 12 nachgeschalteten Kesseln 23 mit Dampf versorgt wird, weit verbreitet. Dabei sind die Gasturbinen 12 jeweils auf einem Wellenstrang 11 mit eigenem ersten Generator 118 angeordnet. Analog gibt es auch Anordnungen in denen der Dampf von drei oder mehr Gasturbinen 12 nachgeschalteten Kesseln 23 für den Antrieb einer Dampfturbine 24 genutzt.

[0006] Bei der 1-Wellen-Gasturbine der Fig. 1 steht die Drehzahl der Gasturbine 12 in einem festen Verhältnis zur im ersten Generator 118 erzeugten Frequenz der Wechselspannung, die gleich der Netzfrequenz des Netzes 1 ist. Bei den heutzutage üblichen grossen Gasturbineneinheiten mit Leistungen von über 100 MW ist der Generatorfrequenz bzw. Netzfrequenz von 60 Hz eine Drehzahl der Gasturbine von 3600 U/min (z.B. Gasturbine GT24 der Anmelderin) und der Generatorfrequenz von 50 Hz eine Drehzahl von 3000 U/min (z.B. Gasturbine GT26 der Anmelderin) zugeordnet.

[0007] Für Anwendungen, bei denen Strom in Netze mit verschiedenen Spannungen und Frequenzen eingespeist wird, wird der Strom herkömmlich als Wechselstrom mit einer Frequenz produziert und dann je nach Bedarf über Frequenzumformer in die zweite Frequenz umgewandelt. Dies geschieht typischerweise über Gleichrichter mit anschliessender Wechselrichtung. Ein bekanntes Beispiel dafür ist ITAIPU an der brasilianisch- paraguayischen Grenze. Frequenzumformer zum Einsatz in Kraftwerken sind allerdings entsprechend den hohen zu übertragenden Leistungen teuer und ausserdem mit Leistungsverlusten verbunden. Die grundsätzliche Möglichkeit Strom von einem Kraftwerk an Verbraucher oder Netze mit verschiedenen Frequenzen direkt zu liefern, wurde in der Schweizeranmeldung mit der Nummer CH00 246/07 erstmals erwähnt.

### Darstellung der Erfindung

[0008] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kraftwerksanlage zur Versorgung von Stromnetzen mit unterschiedlichen Netzfrequenzen zu schaffen, welche die Nachteile bekannter Kraftwerksanlagen vermeidet und insbesondere die Einleitung

von elektrischer Leistung in Stromnetze mit verschiedenen Betriebsfrequenzen bei gleichzeitig hohem Wirkungsgrad erlaubt, sowie ein Verfahren zu deren Betrieb anzugeben.

**[0009]** Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 9 gelöst. Ein wesentlicher Punkt der Erfindung besteht darin, dass zwischen dem von einer Turbine angetriebenen Generator und einem Aufspanntransformator über den der Strom in die Stromnetze eingespeist wird, ein elektronischer Frequenzumformer angeordnet ist, der den Strom mit der Ausgangsfrequenz des Generators wahlweise in die Betriebsfrequenz eines ersten oder eines zweiten Netzes umwandelt.

**[0010]** Um die Stromeinleitung mit der richtigen Spannung zu realisieren wird beispielsweise zur Verbindung mit dem ersten elektrischen Netz zwischen elektronischem Frequenzumformer und dem ersten Netz ein erster Aufspanntransformator mit einem ersten Spannungsverhältnis angeordnet. Entsprechend wird für die Verbindung mit dem zweiten Netz zwischen elektronischem Frequenzumformer und dem zweiten Netz ein zweiter Aufspanntransformator mit einem zweiten Spannungsverhältnis angeordnet.

**[0011]** Alternativ kann beispielsweise mindestens ein Aufspanntransformator, von dem wahlweise zwei Spannungen abgegriffen werden können, zur Verbindung mit den elektrischen Netzen verwendet werden. Zur Verbindung mit dem ersten elektrischen Netz wird ein erstes Spannungsverhältnis und zur Verbindung mit dem zweiten Netz ein zweites Spannungsverhältnis abgegriffen.

**[0012]** Ein weiterer Schritt zur Flexibilisierung des Betriebs eines Kraftwerks mit mindestens zwei Wellensträngen, die je mindestens einem Generator aufweisen, ist eine Anordnung, in der jeder der Generatoren über einen Frequenzumformer, mindestens einen Hochspannungsschalter und mindestens einen Aufspanntransformator wahlweise an das erste Netz mit der ersten Betriebsfrequenz oder das zweite Netz mit der zweiten Betriebsfrequenz verbindbar ist. Dies erlaubt zur Optimierung des Kraftwerksbetriebs Strom wahlweise in nur eines der beiden Netze zu liefern oder beide Netze parallel mit Strom zu beliefern.

**[0013]** Neben der Kraftwerksanlage mit Vorrichtung zur Einspeisung in zwei Stromnetze ist ein Verfahren zu dessen Betrieb vorgeschlagen. Dies zeichnet sich dadurch aus, dass zum Einspeisen in das erste Stromnetz mit der ersten Netzfrequenz der Frequenzumformer so angesteuert wird, dass er einen Ausgangsstrom mit der ersten Netzfrequenz erzeugt, und dass der Frequenzumformer über einen Aufspanntransformator an das erste Stromnetz verbunden wird. Weiter zeichnet es sich dadurch aus, dass zum Einspeisen in das zweite Stromnetz mit der zweiten Netzfrequenz der Frequenzumformer so angesteuert wird, dass er einen Ausgangsstrom mit der zweiten Netzfrequenz erzeugt und der Frequenzumformer über einen Aufspanntransformator an das zweite Stromnetz verbunden wird.

**[0014]** Ein weiterer wichtiger Aspekt der Erfindung ist die Versorgung des kraftwerkseigenen Stromnetzes, das unabhängig von der Frequenz des Netzes, an das Strom geliefert wird, mit einer Betriebsfrequenz arbeiten kann.

**[0015]** Das kraftwerkseigene Stromnetz ist typischerweise als Mittelspannungsnetz ausgelegt, weshalb sich die weitere Diskussion auf das Mittelspannungsnetz bezieht, ohne dass dies als Einschränkung zu interpretieren ist. Von ihm aus werden verschiedene grössere Verbraucher, wie Brenngaskompressoren, NO<sub>x</sub>-Wasserpumpen sowie Niederspannungsnetze für lokale Verbraucher versorgt. Das Mittelspannungsnetz wird herkömmlich vom Generator über einen Hilfstransformator versorgt. Dabei ist die Frequenz des Mittelspannungsnetzes identisch mit der des Generators.

**[0016]** Erfindungsgemäss werden, um das kraftwerkseigene Stromnetz zu speisen, neue Schaltungen und Verfahren zum Betrieb des Kraftwerkes vorgeschlagen. Insbesondere wird die wahlweise Versorgung des Mittelspannungsnetzes über einen Hilfstransformator oder über einen mit dem Hilfstransformator in Reihe geschalteten Hilfs- Frequenzumformer vorgeschlagen. Wenn der erzeugte Strom vom elektronischen Frequenzumformer mit einer ersten Betriebsfrequenz abgegeben wird und die Frequenz des Mittelspannungsnetzes gleich der ersten Betriebsfrequenz ist, so wird das Mittelspannungsnetz direkt über den Hilfstransformator versorgt. Wenn der erzeugte Strom vom elektronischen Frequenzumformer mit einer zweiten Betriebsfrequenz abgegeben wird und die Frequenz des Mittelspannungsnetzes gleich einer ersten Betriebsfrequenz ist, so wird das Mittelspannungsnetz über den Hilfs- Frequenzumformer und den Hilfstransformator versorgt. Der Hilfs- Frequenzformel wandelt dabei den für das kraftwerkseigene Mittelspannungsnetz benötigten Strom in dessen Netzfrequenz um. Diese Umwandlung wird typischerweise vor der Transformation auf Mittelspannung erfolgen. Eine Anordnung, bei der zunächst auf Mittelspannung transformiert wird und dann die Frequenz gewandelt wird ist ebenfalls denkbar. Dies kann sogar vorteilhaft sein, um kostspielige Hochspannungsschalter zu vermeiden und durch Mittelspannungsschalter zu ersetzen.

**[0017]** Alternativ kann, um die Zahl der Schalter und Leitungen zu minimieren, die Stromversorgung des kraftwerkseigenen Stromnetzes unabhängig von der Ausgangsfrequenz des elektronischen Frequenzumformers immer über den Hilfs- Frequenzumformer durchgeführt werden, der so geschaltet wird, dass er Strom mit der Betriebsfrequenz des kraftwerkseigenen Mittelspannungsnetzes abgibt. Für den Fall, dass die Ausgangsfrequenz des elektronischen Frequenzumformers gleich der Betriebsfrequenz des kraftwerkseigenen Mittelspannungsnetzes ist, arbeitet der Hilfs- Frequenzumformer mit einem Frequenzverhältnis von eins. Dies bedeutet, dass der Hilfs- Frequenzumformer bei dieser Betriebsart ohne effektiven Nutzen zu Verlustleistungen führt. Aufgrund der relativ zur Gesamtleistung des Kraftwerkes geringen übertragenen Leistungen sind die Verlustleistungen moderat, so dass diese einfachere Anordnung, die ausserdem das Betriebsverfahren vereinfacht, insgesamt vorteilhaft sein kann.

[0018] Gemäss einer Ausgestaltung der Erfindung unterscheidet sich die erste Netzfrequenz deutlich von der zweiten Netzfrequenz, wobei die erste Netzfrequenz entweder kleiner als die zweite Netzfrequenz ist, und die zweite Netzfrequenz 50 Hz oder 60 Hz beträgt. Insbesondere kann die zweite Netzfrequenz 60 Hz betragen und die erste Netzfrequenz bei 50 Hz liegen.

[0019] Oder die erste Netzfrequenz ist grösser als die zweite Netzfrequenz, wobei die zweite Netzfrequenz 50 Hz oder 60 Hz beträgt. Insbesondere kann die zweite Netzfrequenz 50 Hz betragen und die erste Netzfrequenz bei 60 Hz liegen.

[0020] Vorzugsweise ist dabei die Turbine für eine Leistung grösser 50 MW ausgelegt.

[0021] Bevorzugt sind elektronische Frequenzumformer in Form von Matrixumrichtern. Diese umfassen eine Mehrzahl von in einer (m x n)-Matrix angeordneten, steuerbaren bidirektionalen Schaltern, welche von einem Regler gesteuert m Eingänge wahlweise mit n Ausgängen verbinden, wobei m grösser n ist. Durch die Anwendung von Matrixumrichtern können die Verlustleistungen klein gehalten werden.

[0022] Alternativ ist beispielsweise auch die Verwendung von Frequenzumrichtern denkbar. Diese bestehen aus einem Gleichrichter, der einen Gleichstrom- oder Gleichspannungs-Zwischenkreis speist, und einem aus diesem Zwischenkreis gespeisten Wechselrichter, der wahlweise Wechselstrom mit der ersten oder zweiten Betriebsfrequenz erzeugt.

### Kurze Erläuterung der Figuren

[0023] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 ein stark vereinfachtes Schaltbild eines Kombikraftwerkes mit einer Gasturbine und einem nachgeschalteten Wasser-Dampfkreislauf nach dem Stand der Technik;
- Fig. 2 einen stark vereinfachten Ausschnitt aus einem Single Line Diagramm (Einlinienschaltbild) einer Kraftwerksanlage nach dem Stand der Technik;
- Fig. 3 einen stark vereinfachten Ausschnitt aus einem Single Line Diagramm einer Kraftwerksanlage gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei Aufspanntransformatoren zum Einspeisen in zwei Netze;
- Fig. 4 einen stark vereinfachten Ausschnitt aus einem Single Line Diagramm einer Kraftwerksanlage gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Aufspanntransformator zum Einspeisen in zwei Netze;
- Fig. 5 einen stark vereinfachten Ausschnitt aus einem Single Line Diagramm einer Kraftwerksanlage gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei Aufspanntransformatoren zum Einspeisen in zwei Netze und kostenoptimierter Stromversorgung der Hilfssysteme;
- Fig. 6 einen stark vereinfachten Ausschnitt aus einem Single Line Diagramm einer Kraftwerksanlage gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei Aufspanntransformatoren zum Einspeisen in zwei Netze und Schaltung zum Umschalten der Einspeisung vom ersten Netz zum zweiten Netz bei laufender Turbine;
- Fig. 7 ein stark vereinfachtes Schaltbild eines Kombikraftwerkes gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Gasturbine und einem nachgeschalteten Wasser- Dampfkreislauf und
- Fig. 8 den beispielhaften inneren Aufbau eines Matrixumrichters, wie er als elektronischer Frequenzumformer in einer Anlage nach Fig. 7 zum Einsatz kommen kann.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

[0024] In Fig. 2 ist ein stark vereinfachter Ausschnitt aus einem Single Line Diagramm einer Kraftwerksanlage nach dem Stand der Technik dargestellt. Es zeigt einen von mindestens einer Turbine angetrieben herkömmlichen Generator 108, 118 dessen Ausgangsleistung über ein Kraftwerks- Hochspannungsnetz 5 übertragen wird. Dies Netz beinhaltet Hochspannungsleitungen, einen Generatorleistungsschalter 6 mit dem der Generator von dem Kraftwerk- Hochspannungsnetz 5 getrennt werden kann. Der vom Generator 108, 118 erzeugte Strom wird über einen (ersten) Aufspanntransformator 3 und einen Netzhochspannungsschalter 21 in ein (erstes) Netz 1 eingespeist. Über einen Hilfstransformator 42 und einen Hochspannungsschalter 64 wird das kraftwerkseigene Stromnetz, das aus einem Mittelspannungsnetz 54 und einem von diesem versorgten Niederspannungsnetz 50 besteht, versorgt. Das Niederspannungsnetz 50, an das kleinere Verbraucher 51, wie beispielsweise Antriebe, Regler, Messgeräte oder die Regelung angeschlossen sind, wird über mindestens einen Hilfssystemtransformator 45 vom Mittelspannungsnetz 54 versorgt. Grössere Verbraucher, wie NOx-Wasserpumpen oder Brenngaskompressoren, werden über eigene Hilfsantriebe-Transformatoren direkt von dem Mittelspannungsnetz 54 versorgt.

[0025] Der Generatorerregestrom wird von dem Kraftwerks- Hochspannungsnetz 5 abgenommen, über einen Erregertransformator 7 auf Erregerspannung transformiert und in einem statischen Erreger 43 gleichgerichtet und geregelt. Durch einen Erregerschalter 47 kann die Erregung zu- oder abgeschaltet werden.

[0026] Bei Generatoren einer Gasturbine wird der Generator typischerweise auch zum Start als Motor geschaltet. Hierzu wird Strom von dem Kraftwerks-Hochspannungsnetz 5 über Transformator und über einen Static Frequency Converter 63 mit Strom versorgt. Der Static Frequency Converter 63 kann über einen Start-up Schalter 26 dem Generator 108, 118 zugeschaltet bzw. von ihm getrennt werden.

[0027] In diesem und den folgenden Beispiel wird die Ausgangsspannung des Generators und entsprechend das an den Generator angeschlossene Netz als kraftwerkseigenes Hochspannungsnetz 5 bezeichnet. Es gibt verschiedene Definitionen von Niederspannung, Mittelspannung und Hochspannung. In dem Beispiel wird mit einer Niederspannung im Bereich von 380 v bis 415 V, Mittelspannung im Bereich von 6000 V bis 11000 V und Hochspannung grösser 21000 V gearbeitet. In der Literatur gibt es verschiedene Definitionen der Spannungsbereiche. Es gibt Definitionen bei denen Hochspannung erst oberhalb von 35 kV, 38 kV oder sogar erst oberhalb von 69 kV beginnt. Die hier gewählten Bezeichnungen sind nicht als Einschränkung zu verstehen.

[0028] in Fig. 3 ist eine erste Ausführungsform des erfindungsgemässen Kraftwerks dargestellt. Im Gegensatz zu einem herkömmlichen Kraftwerk ist das Kraftwerks-Hochspannungsnetz 5 nicht direkt an den Generator 8, 18 verbunden, sondern über einen elektronischen Frequenzumformer 27.

[0029] Typischerweise haben zwei Stromnetze, die unterschiedliche Netzfrequenz haben, unterschiedliche Betriebsspannungen. Entsprechend sind zwei Netzhochspannungsschalter 21a, b und zwei Aufspanntransformatoren 3, 4 vorgesehen.

[0030] Zum Einspeisen von Strom in das erste Netz 1 wird das Kraftwerks-Hochspannungsnetz 5 mit der ersten Betriebsfrequenz betrieben und über einen Netzhochspannungsschalter 21a und einen ersten Aufspanntransformator 3 mit dem ersten Netz 1 verbunden.

[0031] Zum Einspeisen von Strom in das zweite Netz 2 wird das Kraftwerks-Hochspannungsnetz 5 mit der ersten Betriebsfrequenz betrieben und über einen Netzhochspannungsschalter 21b und einen zweiten Aufspanntransformator 4 mit dem zweiten Netz 2 verbunden.

[0032] Ein Vorteil der Erfindung ist, dass das Mittelspannungsnetz 54 und das Niederspannungsnetz 50 mit Ihren Verbrauchern quasi unverändert und identisch zu denen eines herkömmlichen Kraftwerkes ausgeführt werden können. Die Speisung des Mittelspannungsnetzes 54 selber erfolgt abhängig von der gewählten Frequenz des Kraftwerks- Hochspannungsnetzes 5 entweder direkt über einen Hochspannungsschalter 64a und den Hilfstransformator 42 oder über einen Hochspannungsschalter 64b, einen Hilfs- Frequenzumformer 41 und den Hilfstransformator 42.

[0033] Wenn die Frequenz des Kraftwerks- Hochspannungsnetzes 5 gleich der des Mittelspannungsnetzes 54 ist, wird die direkte Einleitung über Hochspannungsschalter 64 und den Hilfstransformator 42 gewählt. Wenn die Frequenz des Kraftwerks- Hochspannungsnetzes 5 nicht identisch der des Mittelspannungsnetzes 54 ist, wird die Einleitung über Hochspannungsschalter 64, einen Hilfs- Frequenzumformer 41 und den Hilfstransformator 42 gewählt.

[0034] In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel ist das kraftwerkseigene Mittelspannungsnetz 54 für 50 Hz ausgelegt. Das erste Netz 1 ist ebenfalls für 50 Hz und das zweite Netz ist für 60 Hz ausgelegt.

[0035] Zur Einleitung von Strom in das erste Netz 1 wird das Kraftwerks-Hochspannungsnetz 5 von dem elektronischen Frequenzumformer 27 mit 50 Hz betrieben und Strom über den ersten Aufspanntransformator 3 in das erste Netz 1 eingeleitet. Das Mittelspannungsnetz 54 kann direkt über den Hilfstransformator 42 mit Mittelspannung in 50 Hz versorgt werden.

[0036] Bei Einleitung von Strom in das zweite Netz 2 wird das Kraftwerks-Hochspannungsnetz 5 von dem elektronischen Frequenzumformer 27 mit 60 Hz betrieben und Strom über den zweiten Aufspanntransformator 4 in das zweite Netz 2 eingespeist. Zur Versorgung des Mittelspannungsnetzes 54 wird der Strom des Kraftwerks- Hochspannungsnetzes 5 über den Hilfs- Frequenzumformer 41 von 60 Hz auf 50 Hz konvertiert und dann über den Hilfstransformator 42 in das Mittelspannungsnetz 54 eingeleitet.

[0037] Da der Generator 8, 18 über den elektronischen Frequenzumformer 27 zum Start der Turbine als elektrischer Motor betrieben werden kann, entfällt bei den erfindungsgemässen Anordnungen der Static Frequency Converter 63 sowie die zugehörigen Leitungen und Schaltungen.

[0038] In Fig. 4 ist eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemässen Kraftwerks dargestellt. Sie ist im Wesentlichen identisch zu der in Fig. 3 gezeigten Ausführung. Sie zeichnet sich durch einen besonderen Aufspanntransformator 3, 4 aus, der das Aufspannen zu zwei verschiedenen Netzspannungen erlaubt. Bei Einleitung in das erste Netz 1 wird der Strom mit der Spannung und Frequenz des ersten Netzes vom Aufspanntransformator 3,4 abgegriffen und über einen Netzhochspannungsschalter 21a eingeleitet. Beim Einleiten in das zweite Netz 2 wird der Strom mit der Spannung und Frequenz des zweiten Netzes vom Aufspanntransformator 3,4 abgegriffen und über einen Netzhochspannungsschalter 21b eingeleitet.

[0039] Um eine elektromagnetische Verbindung zwischen den beiden Netzen 1,2 zu verhindern sind in dieser Ausführung die Netzhochspannungsschalter 21a, b zwischen den Netzen 1,2 und dem Aufspanntransformator 3, 4 angeordnet.

**[0040]** In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemässen Kraftwerks dargestellt. Sie unterscheidet sich gegenüber der in Fig. 3 gezeigten Ausführung durch eine kostenoptimierte Stromversorgung der Hilfssysteme. Um die Anzahl an parallelen Leitungen und Hochspannungsschaltern 64 zu reduzieren gibt es nur eine Einleitung zum Mittelspannungsnetz 54 über den Hilfs- Frequenzumformer 41, den Hilfstransformator 42 und einen Mittelspannungsschalter 46. Das Mittelspannungsnetz 54 des Kraftwerks wird folglich immer über den Hilfs-Frequenzumformer 41 versorgt.

**[0041]** Das Frequenzverhältnis des Hilfs- Frequenzumformers 41 ist gleich dem Verhältnis der Auslegungsfrequenz des Mittelspannungsnetzes 54 zu der Betriebsfrequenz des Kraftwerks- Hochspannungsnetzes 5.

**[0042]** Beispielsweise ist für den Fall, dass der elektronische Frequenzumformer 27 das Kraftwerks- Hochspannungsnetz 5 mit der Frequenz des Mittelspannungsnetzes 54 versorgt, das Frequenzverhältnis des Hilfs- Frequenzumformers 41 gleich eins.

**[0043]** Basierend auf Fig. 3 ist in Fig. 6 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemässen Kraftwerks dargestellt. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass ein Umschalten der Einleitung von einem ersten Netz 1 in ein zweites Netz 2 ohne Abschalten der Turbine möglich ist. Bei der Wahl eines Matrixkonverters als elektronischen Frequenzumformer 27, die als bevorzugte Variante vorgestellt ist, kann theoretisch die Ausgangsfrequenz schlagartig von einer ersten Frequenz auf eine zweite Frequenz umgestellt werden. Die Synchronisation der zugehörigen Netzhochspannungsschalter 21a, b und Hochspannungsschalter 64a, b mit diesem Schaltvorgang sowie die Synchronisation der Phasen mit denen des Netzes und der Einfluss eines plötzlichen Schaltvorganges auf die Netzstabilität sind jedoch problematisch. Vorteilhaft wird die Turbine daher für den Umschaltvorgang zunächst auf Leerlauf abgelastet, der elektronische Frequenzumformer 27 mit dem neuen Zielnetz synchronisiert und die Turbine dann wieder aufgelastet. Um dies ohne eine Abstellen der Turbine zu ermöglichen, muss die Stromversorgung der Hilfssysteme während des Umschaltvorganges gewährleistet sein. Dies könnte beispielsweise durch eine von dem Generator 8, 18 unabhängige Stromversorgung von einem Netz 1, 2 sichergestellt werden. Während des normalen Betriebes, bei dem Leistung an eines der Netze 1, 2 abgegeben wird, sind Kraftwerke 10 aber typischerweise Selbstversorger und entsprechende Schaltungen vorzusehen.

**[0044]** Um eine Umschaltung von einem ersten Netz 1 auf ein zweites Netz 2 ohne Abstellen der Turbine zu ermöglichen und die Selbstversorgung des Kraftwerkes während des Normalbetriebs sicherzustellen, ist eine Aufteilung des Hochspannungsnetzes 5 in zwei Teile vorgeschlagen. Wie in Fig. 6 gezeigt, verbindet der erste Teil des Hochspannungsnetzes 5a den Generator 8, 18 mit dem Eingang des elektronischen Frequenzumformers 27. Weiter verbindet das Hochspannungsnetz 5a beispielsweise den Ausgang des elektronischen Frequenzumformers 27 über Netzhochspannungsschalter 21a, b und die Aufspanntransformatoren 3,4 wahlweise mit dem ersten Netz 1 oder dem zweiten Netz 2. Der zweite Teil des Hochspannungsnetzes 5b kann den Hilfstransformator 42 über einen Hochspannungsschalter 64a und den ersten Aufspanntransformator 3 mit dem ersten Netz 1 verbinden. Ausserdem kann das Hochspannungsnetz 5b den Hilfstransformator 42 über den Hilfs- Frequenzumformer 41, einen Hochspannungsschalter 64b und den zweiten Aufspanntransformator 4 mit dem zweiten Netz 2 verbinden. Das Hochspannungsnetz 5b erlaubt durch die Netzhochspannungsschalter 21a, b eine völlige Trennung des Mittelspannungsnetzes 54 von dem Hochspannungsnetz 5a des Kraftwerks und über die Hochspannungsschalter 64a, b die Versorgung aus dem ersten Netz 1 oder aus dem zweiten Netz 2. Während des normalen Lastbetriebs kann die Versorgung aus dem kraftwerkseigenen Hochspannungsnetz 5a, sowie eine Kombination der Versorgung aus verschiedenen Hochspannungsnetzen (1 und 5a oder 2 und 5a) realisiert werden.

**[0045]** Ein Verfahren zum Umschalten der Leistungseinspeisung von dem ersten Stromnetz 1 auf das zweite Stromnetz 2 kann beispielsweise wie folgt durchgeführt werden: Ausgehend von dem Lastbetrieb der Turbine, bei dem der Netzhochspannungsschalter 21a sowie der Hochspannungsschalter 64a geschlossen sind und der Netzhochspannungsschalter 21b sowie der Hochspannungsschalter 64b offen sind, wird die Turbine abgelastet. Bei Leerlauf wird der Netzhochspannungsschalter 21a geöffnet und der Generator 8, 18 vom Netz getrennt. Die Hilfssysteme werden jetzt von dem ersten Netz 1 über den Aufspanntransformator 3, das kraftwerkseigene Hochspannungsnetz, den Hochspannungsschalter 64a und den Hilfstransformator 42 versorgt. Zur Umschaltung auf das zweite Netz wird der Hochspannungsschalter 64b geschlossen und der Ausgang des Hilfs- Frequenzumformers 41 an die Frequenz des ersten Netzes 1 synchronisiert. Sobald die Synchronisation erfolgt ist, kann die Stromversorgung der Hilfssysteme von dem zweiten Netz 2 übernommen werden und von dem ersten Netz 1 durch öffnen des Hochspannungsschalters 64a getrennt werden.

**[0046]** Weiter wird der Ausgangsstrom des elektronischen Frequenzumformers 27 mit der Frequenz des zweiten Netzes 2 synchronisiert. Sobald diese erfolgt ist, wird der Netzhochspannungsschalter 21b geschlossen und die Turbine aufgelastet. Die Reihenfolge der Synchronisation von Hilfs- Frequenzumformers 41 und elektronischen Frequenzumformers 27 kann auch vertauscht sein oder zeitgleich erfolgen.

**[0047]** Eine Umschaltung der Leistungseinspeisung von dem zweiten Stromnetz 2 auf das erste Stromnetz 1 erfolgt im Wesentlichen in analogen Schritten. Soweit die Frequenzregelung des Mittelspannungsnetzes 54 durch einen eigenen Taktgeber unabhängig von der Frequenz des ersten Netzes 1 erfolgt, ist bei einem Umschalten der Versorgung des Mittelspannungsnetzes 54 vom zweiten Netz 2 auf eine Versorgung durch das erste Netz 1 vor Schliessen des Hochspannungsschalters 64a der Ausgang des Hilfs- Frequenzumformers 41 an die erste Netzfrequenz zu synchronisieren.

**[0048]** In Fig. 7 ist ein vereinfachtes Schema eines Kombikraftwerkes als Beispiel einer erfindungsgemässen Kraftwerksanlage 10 wiedergegeben. Der Turbinenstrang 11 mit der Gasturbine 12 und dem ersten Generator 18 sowie der Turbi-

nenstrang 11' der Dampfturbine 24 entsprechen denen in Fig. 1. Sowohl der Generator 18 der Gasturbine 12 als auch der Generator 1 der Dampfturbine 24 kann wahlweise über die Netzhochspannungsschalter 21a, b an das erste Netz 1 oder das zweite Netz 2 verbunden werden. Auf die Darstellung von Kondensator, Speisewasserpumpen und weiteren Systemen des Wasser- Dampfkreislaufes 25 ist hier aus Platzgründen ebenfalls verzichtet worden.

**[0049]** Vorzugsweise ist die Gasturbine als Gasturbine 12 mit sequentieller Verbrennung ausgebildet. Zur Steuerung oder Regelung der Gasturbine 12 dienen mindestens eine Reihe verstellbarer Verdichterleitschaufeln am Eingang des Verdichters 13 sowie die Regelung der Brennstoffzufuhr 17 bzw. 17' zu den Brennkammern 15, 15'. Die entsprechenden Steuersignale kommen aus einer Steuerung oder Regelung nach Massgabe bestimmter Eingangsparameter, die einzeln oder in wählbarer Kombination verwendet werden können. Mögliche Parameter sind die Verdichtereintrittstemperatur, die Verdichtertemperatur und der Verdichtertenddruck am Ausgang des Verdichters. Weitere übliche Parameter sind Austrittstemperaturen der ersten und zweiten Turbine 14a, 14b. Die erste und zweite Turbine ist beispielsweise durch Kühlluft 52 gekühlt. Der Signalaustausch zwischen Gasturbine 12 und Regelung 39 ist vereinfacht durch die Signalleitung 40 dargestellt.

**[0050]** Die Drehzahl der Gasturbine 12 kann beispielsweise über die Generatorfrequenz am ersten Generator 18 gemessen und über eine Messleitung 48 in die Regelung 39 eingegeben werden. Für die Messung der Netzfrequenz im Netz 1, 2 kann ein Netzfrequenzaufnehmer 49 vorgesehen werden. Schliesslich kann in die Regelung 39 ein Wert für eine Zielleistung eingegeben werden.

**[0051]** Die Regelung 39 regelt Leistung und Drehzahl der Gasturbine 12 und des ersten Generators 18 nach einem oder mehreren dieser Parameter oder weiteren Parameter. Im Gegensatz zu herkömmlichen Kraftwerksanlagen kann die Drehzahl aufgrund der Verwendung des elektronischen Frequenzumformers 27 unabhängig von der Netzfrequenz des Netzes 1, 2 geregelt werden.

**[0052]** Die Regelung der Drehzahl kann alternativ beispielsweise auch dadurch erfolgen, dass die in der Regelung 39 der Gasturbine berechnete Soll Drehzahl an den Regler des elektronischen Frequenzumformers 27 übertragen wird und die Soll Drehzahl über den Generator auf die Gasturbine 12 aufgezungen wird. Der erste Generator 18 stützt sich dabei über den elektronischen Frequenzumformer 27 gegen das im Vergleich zur Gasturbine 12 quasi statische Netz 1, 2 ab und zwingt durch die Regelung des Frequenzverhältnisses zwischen Netz und mechanischer Drehzahl der Gasturbine die Soll Drehzahl auf. Quasi statisches Netz 1, 2 bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Änderungen der Netzfrequenz infolge einer Änderungen der Drehzahl oder der von der betreffenden Turbine 12 an das Netz 1,2 abgegeben Leistung sehr klein sind und bei dem Regelvorgang vernachlässigbar sind bzw. leicht kompensiert werden können. Dies heisst insbesondere das bei einer Anpassung der aufgezungenen Gasturbinedrehzahl eine eventuell resultierende Änderung der Netzfrequenz mindestens eine Grössenordnung kleiner ist. In der Regel wird die resultierende Änderung der Netzfrequenz im Rauschen des Netzes nicht oder nur schwer messbar sein.

**[0053]** Der Wasser-Dampfkreislauf 25 wird in diesem Beispiel durch einen Wasser-Dampfkreislauf Regler 55 geregelt. Der Wasser- Dampfkreislauf Regler 55 bekommt über die Signalleitungen 57 alle zur Regelung des Kessels 23 erforderlichen Betriebszustände, wie Temperaturen, Massenströme bzw. Stellungen von Ventilen und Drücke des Kessels übertragen und schickt über die Leitungen 57 die Regelsignale an den Kessel 23. Basierend auf den Betriebszuständen der Dampfturbine 24, wird diese ebenfalls von dem Wasser-Dampfkreislauf Regler 55 geregelt. Die Drehzahl der Dampfturbine 24 kann dabei beispielsweise über die Generatorfrequenz am zweiten Generator 8 gemessen und über eine Messleitung 48 in den Wasser- Dampfkreislauf Regler 55 eingegeben werden. Für die Messung der Netzfrequenz im Netz 1, 2 kann ein Netzfrequenzaufnehmer 49 vorgesehen werden. Die Regelsignale werden über die Signalleitungen 62 mit der Dampfturbine 24 ausgetauscht.

**[0054]** Im Gegensatz zu herkömmlichen Kraftwerksanlagen kann auch die Drehzahl der Dampfturbine 24 aufgrund der Verwendung des elektronischen Frequenzumformers 27 unabhängig von der Netzfrequenz des Netzes 1, 2 geregelt werden.

**[0055]** Die Regelung der Drehzahl kann alternativ beispielsweise auch dadurch erfolgen, dass die in dem Wasser- Dampfkreislauf Regler 55 der Dampfturbine berechnete Soll Drehzahl an den Regler des elektronischen Frequenzumformers 27 übertragen wird und die Soll Drehzahl über den Generator auf die Dampfturbine 24 aufgezungen wird. Der zweite Generator 8 stützt sich dabei über den elektronischen Frequenzumformers 27 gegen das im Vergleich zur Dampfturbine 24 quasi statische Netz 1, 2 ab und zwingt durch die Regelung des Frequenzverhältnisses zwischen Netz und mechanischer Drehzahl der Dampfturbine 24 die Soll Drehzahl auf. Quasi statisches Netz 1, 2 bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Änderungen der Netzfrequenz infolge einer Änderungen der Drehzahl oder der von der betreffenden Dampfturbine 24 an das Netz 1,2 abgegeben Leistung sehr klein sind und bei dem Regelvorgang vernachlässigbar sind bzw. leicht kompensiert werden können. Dies heisst insbesondere das bei einer Anpassung der aufgezungenen Dampfturbinedrehzahl eine eventuell resultierende Änderung der Netzfrequenz mindestens eine Grössenordnung kleiner ist. In der Regel wird die resultierende Änderung der Netzfrequenz im Rauschen des Netzes nicht oder nur schwer messbar sein.

**[0056]** Der Unit Controller 56 führt die übergeordnete Regelung der Kraftwerksanlage 10 durch. Er ist über die Signalleitungen 58 im Signalaustausch mit der Regelung 39 der Gasturbine 12 und über die Signalleitungen 59 im Signalaustausch mit dem Wasser- Dampfkreislauf Regler 55.

[0057] In der Praxis wird der Wasser- Dampfkreislauf meist nicht durch einen Wasser-Dampfkreislauf Regler 55 geregelt, sondern über eine Reihe von Reglern die mit dem Unit Controller 56 kommunizieren. Dies wären beispielsweise ein Regler für die Dampfturbine, ein Regler für den Kessel oder ein Regler für die Hilfssysteme, wie Kondensator und Speisewasserpumpen.

[0058] Der elektronische Frequenzumformer 27 ist - um die Verlustleistung zu begrenzen - vorzugsweise als Matrixumrichter ohne Gleichstromzwischenkreis ausgebildet. Ein solcher Matrixumrichter, der aufgrund seiner Ansteuerung besonders verlustarm arbeitet, ist in der EP-A2-1 199 794 im Aufbau und in der Wirkungsweise beschrieben worden. Weitere Ausführungen zu einem solchen Matrixumrichter sind in der EP-A1-1 561 273, in der DE-A1-10 2004 016 453, der DE-A1-10 2004 016 463 und der DE-A1-10 2004 016 464 gemacht worden. In Fig. 8 ist das Prinzipschaltbild eines Matrixumrichters mit 6 Eingangsphasen und 3 Ausgangsphasen dargestellt. Der Matrixumrichter 27 verbindet in einer zeitlichen Abfolge 6 Phasen G1, ..., G6 eines Generators 8, 18 als Quelle mit 3 Phasen L1, ..., L3 einer Last 30. Der dazu benötigte Leistungsteil 29 umfasst 18 bidirektionale Schalter 32 in Form von antiparallel geschalteten Thyristoren (im allgemeinen Fall gibt es m x n Schalter für m Eingangs/Quellen-Phasen und n Ausgangs/Last-Phasen). Die Schalter 32 sind in einer (6 x 3)-Matrix angeordnet. Für die Ansteuerung der Schalter 32 ist eine Steuerung oder ein Regler 31 vorgesehen, der von einem Taktgeber 28 Zeitsignale (eine Taktfrequenz) erhält. Der Schaltzustand der Schalter 32 (EIN, AUS) wird überwacht und jeweils über eine erste Signalleitung 36 an den Regler 31 gemeldet. Die Schalter 32 werden von dem Regler 31 jeweils über eine Steuerleitung 35 angesteuert.

[0059] In den einzelnen Phasen G1, ..., G6 des Generators 8, 18 ist jeweils eine Strommesseinrichtung 34 angeordnet, die das Vorzeichen des Phasenstromes über eine zweite Signalleitung 37 an den Regler 31 meldet. Weiterhin sind zwischen den Phasen G1,...,G6 des Generators 8, 18 Spannungsmesseinrichtungen 33 angeordnet, die das Vorzeichen der jeweiligen Phasendifferenzspannung über eine dritte Signalleitung 38 an den Regler 31 melden. Zu den Einzelheiten des Betriebsablaufs des Matrixumrichters wird auf die o.g. Druckschriften verwiesen.

[0060] Die möglichen Ausführungen der Erfindung sind nicht auf die hier dargestellten Beispiele beschränkt. Anhand der Beispiele eröffnen sich dem Fachmann eine Vielzahl von Möglichkeiten äquivalente Schaltungen und Verfahren zu realisieren. Insbesondere bei der Anordnung von Schaltern und Hochspannungsschaltern ist eine grosse Anzahl von Kombinationen möglich. Zur Vereinfachung sind ausserdem Sicherheitsschalter und ein grosser Teil der Hilfssysteme nicht dargestellt. Weiter ist die Anwendung nicht auf die hier gezeigte Art oder Kombination beschränkt. Insbesondere ist die Anwendung ist nicht auf den Einsatz in Kombikraftwerken beschränkt. Eine Anwendung für Gasturbinen- oder Dampfturbinenkraftwerke ist ebenfalls möglich. Beispielsweise ist auch eine Anwendung in Kombination mit Wasserturbinen denkbar.

#### Bezugszeichenliste

##### [0061]

1	erstes Netz
2	zweites Netz
3	erster Aufspanntransformator
4	zweiter Aufspanntransformator
5, 5a, b	Kraftwerks- Hochspannungsnetz
6	Generatorleistungsschalter
7	Erregertransformator
8	zweiter Generator
9	Welle der Dampfturbine
10, 10'	Kraftwerksanlage
11, 11'	Wellenstrang
12	Gasturbine
13	Verdichter
14, 14a, b	Turbine
15, 15'	Brennkammer
16	Lufteinlass



## CH 699 321 A1

17, 17'	Brennstoffzufuhr
18	erster Generator
19	Welle
20	Netzverbindung (frequenzgekoppelt)
21, 21a, b	Netzhochspannungsschalter
22	Abgasauslass
23	Abhitzedampferzeuger
24	Dampfturbine
25	Wasser-Dampf-Kreislauf
26	Start-up Schalter
27	Elektronischer Frequenzumformer
28	Taktgeber
29	Leistungsteil
30	Last
31	Regler
32	Schalter (bidirektional)
33	Spannungsmesseinrichtung
34	Strommeseinrichtung
35	Steuerleitung
36, ..., 38	Signalleitung
39	Regelung
40	Messwert- und Signalaustausch Regelung zu Gasturbine
41	Hilfs- Frequenzumformer
42	Hilfs- Transformator
43	statische Erregung
44	Hilfsantriebe- Transformator
45	Hilfssystem- Transformator
46	Mittelspannungsschalter
47	Erregerschalter
48	Messleitung (Generatorfrequenz / Drehzahl)
49	Netzfrequenzaufnehmer
50	Niederspannungsversorgung
51	Niederspannungsverbraucher wie ununterbrochene Gleichstromversorgung, Antriebe, Regler, Messgeräte
52	Kühlluftversorgung
54	Mittelspannungsnetz

## CH 699 321 A1

55	Wasser- Dampfkreislauf Regler
56	Unit Controller
57	Messwerte und Regelsignale Abhitzedampferzeuger
58	Regelsignale Gasturbinen Regelung/ Unit Controller
59	Regelsignale Wasser- Dampfkreislauf Regler/ Unit Controller
61	Abgas
62	Messwert- und Regelsignalaustausch Regler zu Wasser-Dampfkreislauf
63	statische Anfahrvorrichtung inklusive Transformator
64, 64a, b	Hochspannungsschalter
108	herkömmlicher zweiter Generator
118	herkömmlicher erster Generator
G1, ..., G6	Phase (Generator)
L1, ..., L3	Phase (Last)

### Patentansprüche

1. Kraftwerksanlage (10) aus einer Turbine (12) und einem von der Turbine (12) direkt angetriebenen, Wechselstrom mit einer Betriebsfrequenz erzeugenden Generator (18), dadurch gekennzeichnet, dass der Generator (8, 18) über einen Frequenzumformer (27) und mindestens einen Aufspanntransformator (3, 4) wahlweise an ein erstes elektrisches Netz (1) mit einer ersten Betriebsfrequenz oder ein zweites elektrisches Netz (2) mit einer zweiten Betriebsfrequenz verbindbar ist.
2. Kraftwerksanlage (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von dem mindestens einen Aufspanntransformator (27) bei Verbindung mit dem ersten elektrischen Netz (1) ein erstes Spannungsverhältnis zwischen Generator (8, 18) und erstem Netz (1) abgegriffen wird und bei Verbindung mit dem zweiten Netz (2) ein zweites Spannungsverhältnis zwischen Generator (8, 18) und zweitem Netz (2) abgegriffen wird.
3. Kraftwerksanlage (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das für die Verbindung mit dem ersten elektrischen Netz (1) ein erster Aufspanntransformator (3) mit einem ersten Spannungsverhältnis zwischen Generator und erstem Netz (1) angeordnet ist und für die Verbindung mit dem zweiten Netz (2) ein zweiter Aufspanntransformator (4) mit einem zweiten Spannungsverhältnis zwischen Generator (8, 18) und zweitem Netz (2) angeordnet ist.
4. Kraftwerksanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Frequenzumformer (27) als Matrixumrichter ausgebildet ist.
5. Kraftwerksanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftwerksanlage (10) über mindestens ein lokales Mittelspannungsnetz (54) verfügt, welches für eine Eingangsfrequenz ausgelegt ist, wobei mindestens ein Hilfstransformator (42) zur Versorgung des mindestens einen Mittelspannungsnetzes (54) wahlweise direkt oder über einen Hilfs-Frequenzumformer (41) mit dem Ausgang des Frequenzumformers (27) verbindbar ist.
6. Kraftwerksanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftwerksanlage (10) über mindestens ein lokales Mittelspannungsnetz (54) verfügt, wobei mindestens ein Hilfstransformator (42) zur Versorgung des mindestens einen Mittelspannungsnetzes (54) direkt mit dem ersten Aufspanntransformator (3) und/ oder über einen Hilfs- Frequenzumformer (41) mit dem zweiten Aufspanntransformator (4) verbindbar ist.
7. Kraftwerksanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, mindestens zwei Wellenstränge (11, 11') mit je mindestens einem Generator (8, 18) angeordnet sind, wobei jeder der Generatoren (8, 18) über einen Frequenzumformer (27), mindestens einen Netzhochspannungsschalter (21) und mindestens einen Aufspanntransformator (3, 4) wahlweise an das erste elektrische Netz (1) mit der ersten Betriebsfrequenz oder das zweite elektrische Netz (2) mit der zweiten Betriebsfrequenz verbindbar ist.
8. Kraftwerksanlage (10) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftwerksanlage (10) als Kombikraftwerk mit mindestens einer Gasturbine (12) und mindestens einer Dampfturbine (24) ausgeführt ist, wobei die Generatoren (8, 18) dieser Turbinen (12, 24) unabhängig voneinander wahlweise an das erste Netz (1) oder an das zweite Netz (2) verbindbar angeordnet sind.
9. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Frequenzumformer (27) zur Einspeisung in das erste Stromnetz (1) so angesteuert wird, dass er einen Ausgangs-

strom mit der ersten Netzfrequenz erzeugt, wobei der Frequenzumformer (27) über den ersten Aufspanntransformator (3) an das erste Stromnetz (1) verbunden wird oder dass der Frequenzumformer (27) zur Einspeisung in das zweite Stromnetz (2) so angesteuert wird, dass er einen Ausgangsstrom mit der zweiten Netzfrequenz erzeugt, wobei der Frequenzumformer (27) über den zweiten Aufspanntransformator (4) an das zweite Stromnetz (2) verbunden wird.

10. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verbindung des Frequenzumformers (27) mit dem ersten Netz (1) das lokale Mittelspannungsnetz (54) zur Versorgung der Hilfssysteme des Kraftwerkes über einen Hilfstransformator (42) von dem Hochspannungsnetz (5) versorgt wird, und dass bei Verbindung mit dem zweiten Netz (2) das lokale Mittelspannungsnetz (54) zur Versorgung der Hilfssysteme des Kraftwerkes über einen Hilfs- Frequenzumformer (41) und den Hilfstransformator (42) verbunden wird.
11. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verbindung des Frequenzumformers (27) mit dem ersten Netz (1) das lokale Mittelspannungsnetz (54) zur Versorgung der Hilfssysteme des Kraftwerkes über einen Hilfs- Frequenzumformer (41) verbunden wird, der so angesteuert ist, dass Eingangs- und Ausgangsfrequenz gleich sind, und dass bei Verbindung mit dem zweiten Netz (2) das lokale Mittelspannungsnetz (54) zur Versorgung der Hilfssysteme des Kraftwerkes über einen Hilfs- Frequenzumformer (41) verbunden wird, der so angesteuert ist, dass die Ausgangsfrequenz gleich der ersten Frequenz ist.
12. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 11 dadurch gekennzeichnet, dass zum Umschalten von einer Einleitung in das erste Netz (1) auf eine Einleitung in das zweite Netz (2) oder umgekehrt die Turbine abgelastet wird und der Generatorschalter (6) geöffnet wird, anschliessend der Frequenzumformer (27) auf die neue Netzfrequenz synchronisiert wird, der Generatorschalter (6) geschlossen wird und anschliessend die Turbine wieder aufgelastet wird.
13. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage (10) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Hilfstransformator (42) zur Versorgung der Hilfssysteme während der Umschaltphase über den ersten Aufspanntransformator (3) direkt vom ersten Netz (1) mit Strom versorgt werden und parallel über den zweiten Aufspanntransformator (4) und Hilfs- Frequenzumformer (41) mit Strom versorgt wird.
14. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage (10) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem parallelen Zusammenschalten der Stromversorgungen der Hilfssysteme die Ausgangsfrequenz des Hilfs-Frequenzumformers (42) an die Frequenz des ersten Netzes (1) synchronisiert wird.
15. Verfahren zum Betrieb einer Gasturbine (12) einer Kraftwerksanlage (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 14 dadurch gekennzeichnet, dass zum Start der Gasturbine (12) das Kraftwerks-Hochspannungsnetz (5) wahlweise mit dem ersten Netz (1) oder dem zweiten Netz (2) verbunden wird, der Generator (8) als Startermotor betrieben wird und über den Frequenzumformer (27) angesteuert wird.



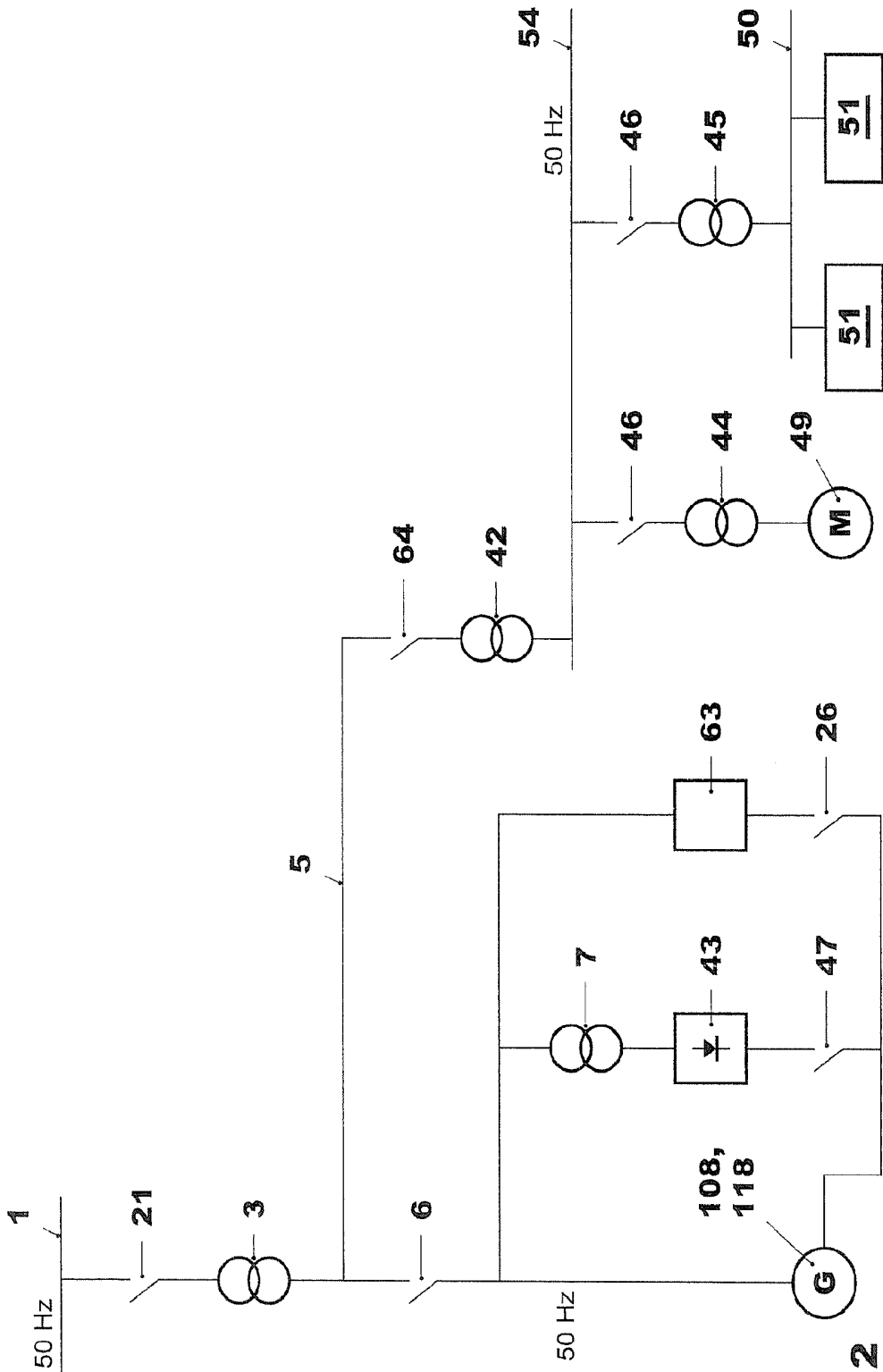


FIG. 2

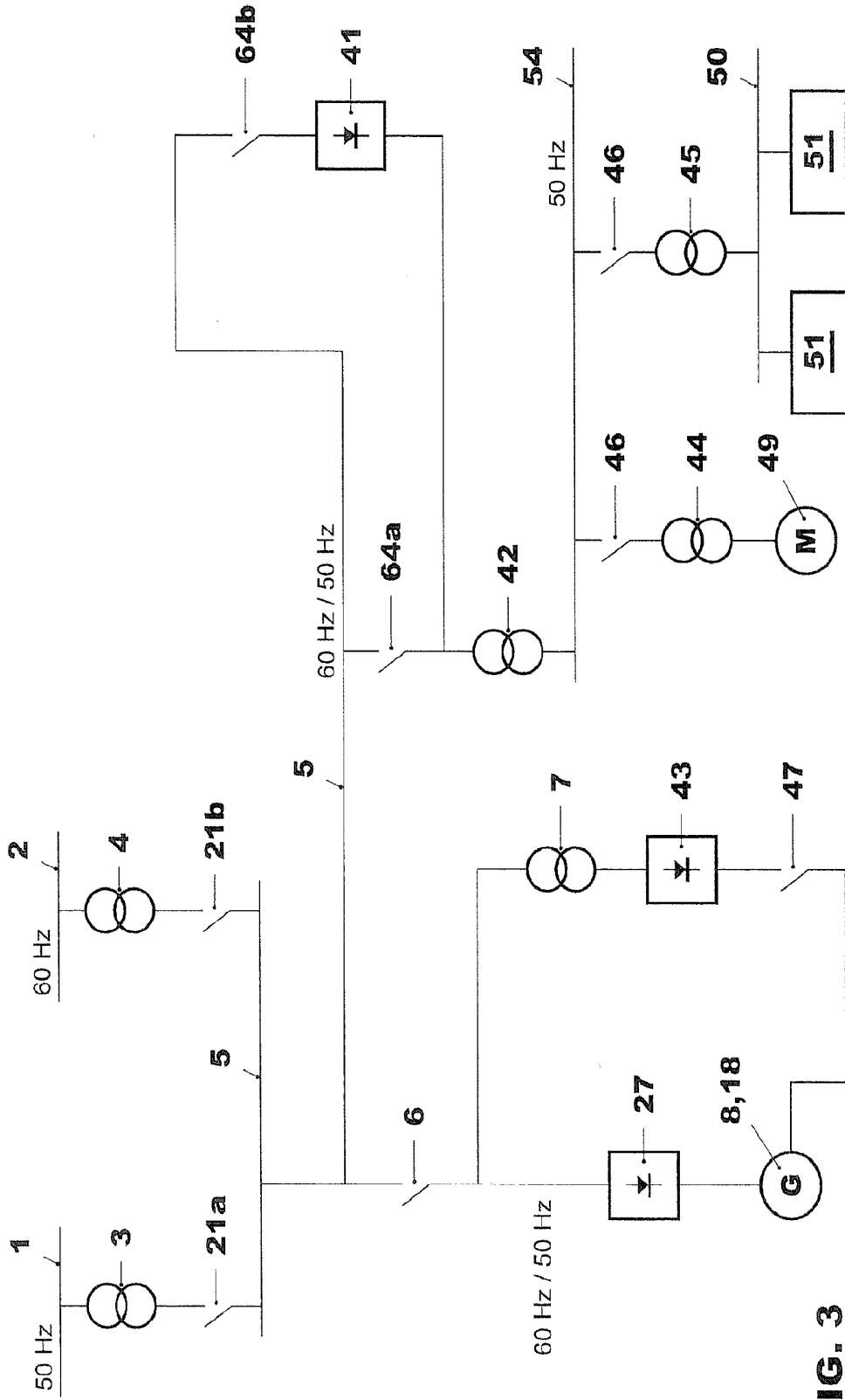


FIG. 3

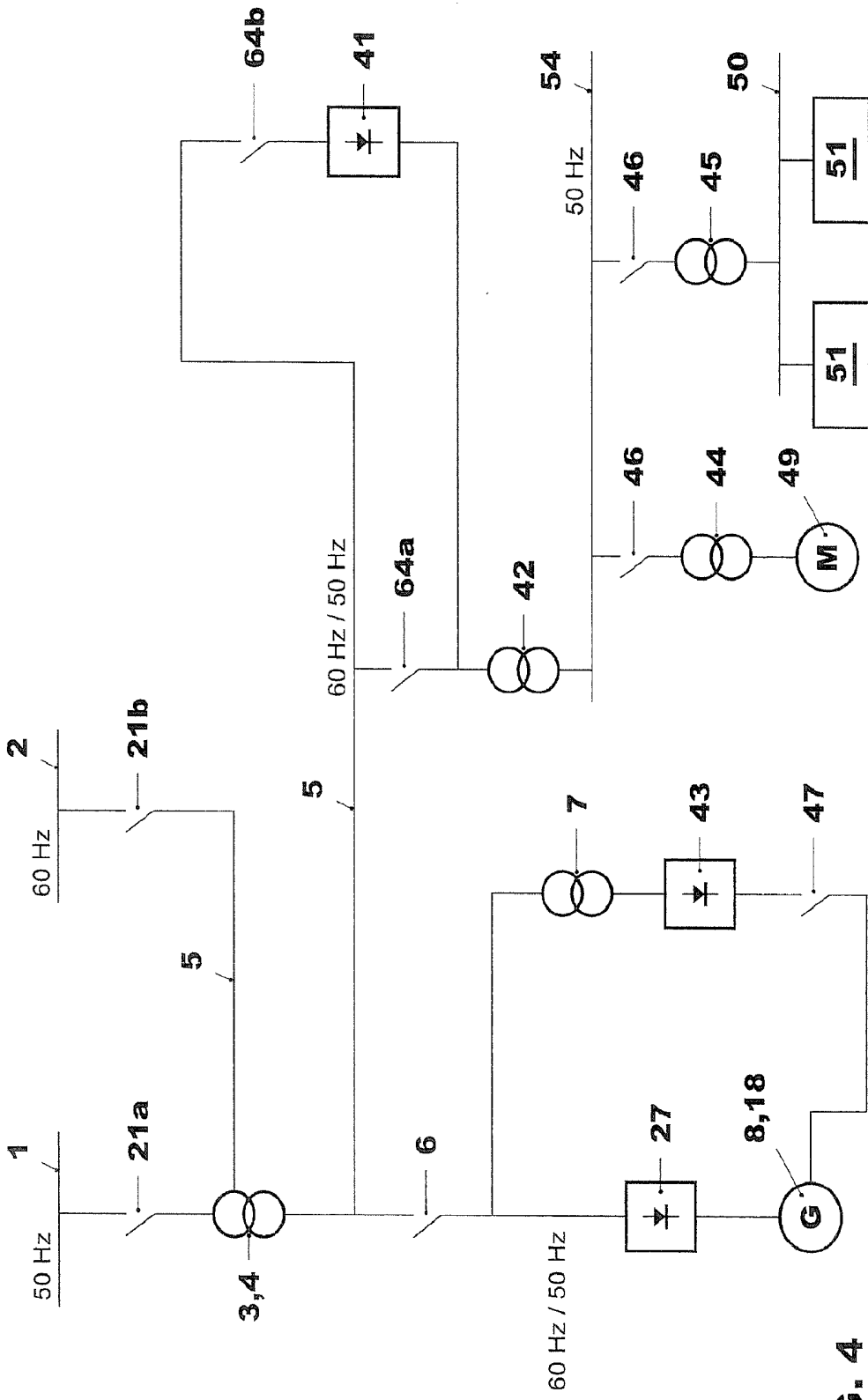


FIG. 4

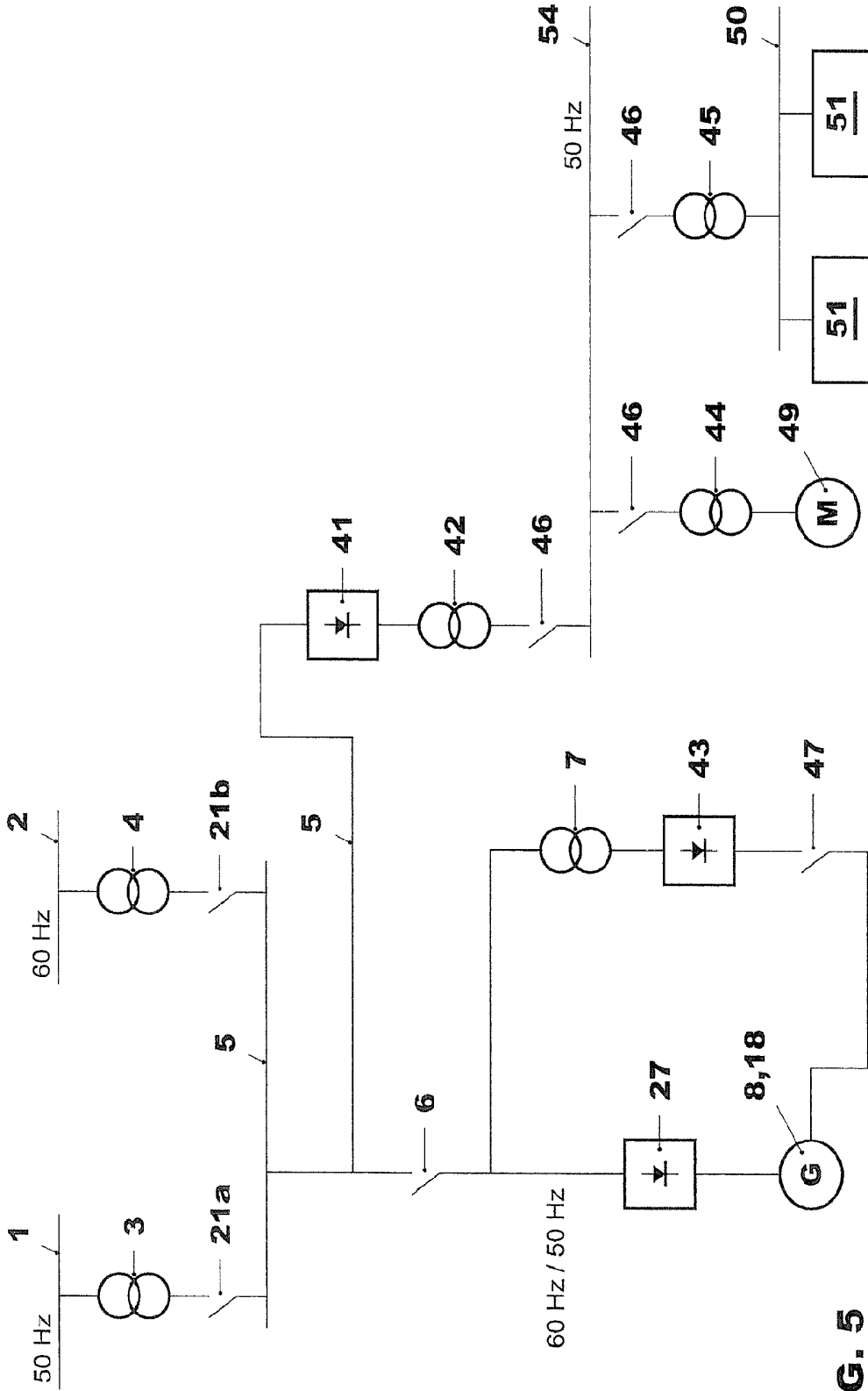


FIG. 5



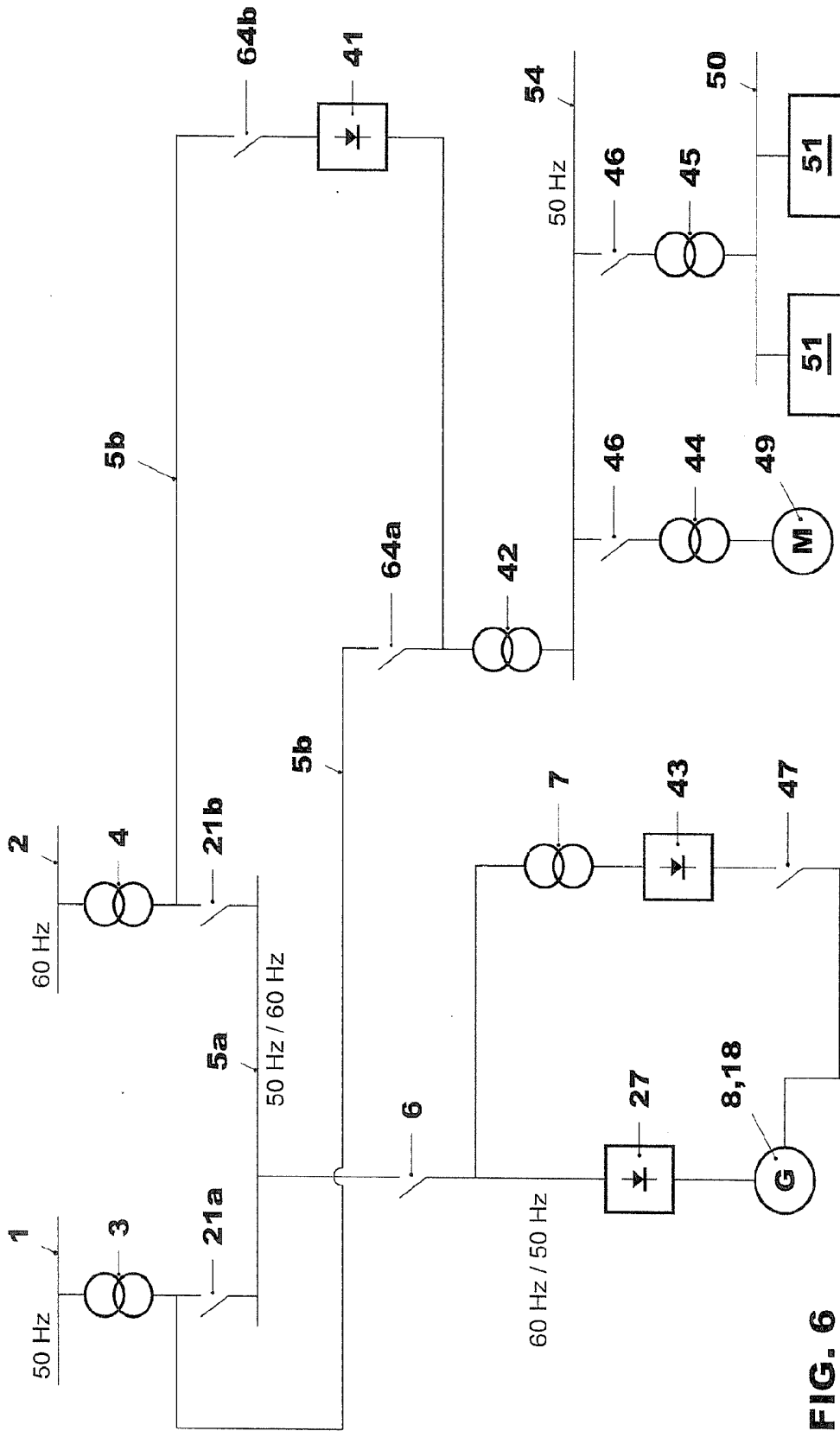


FIG. 6



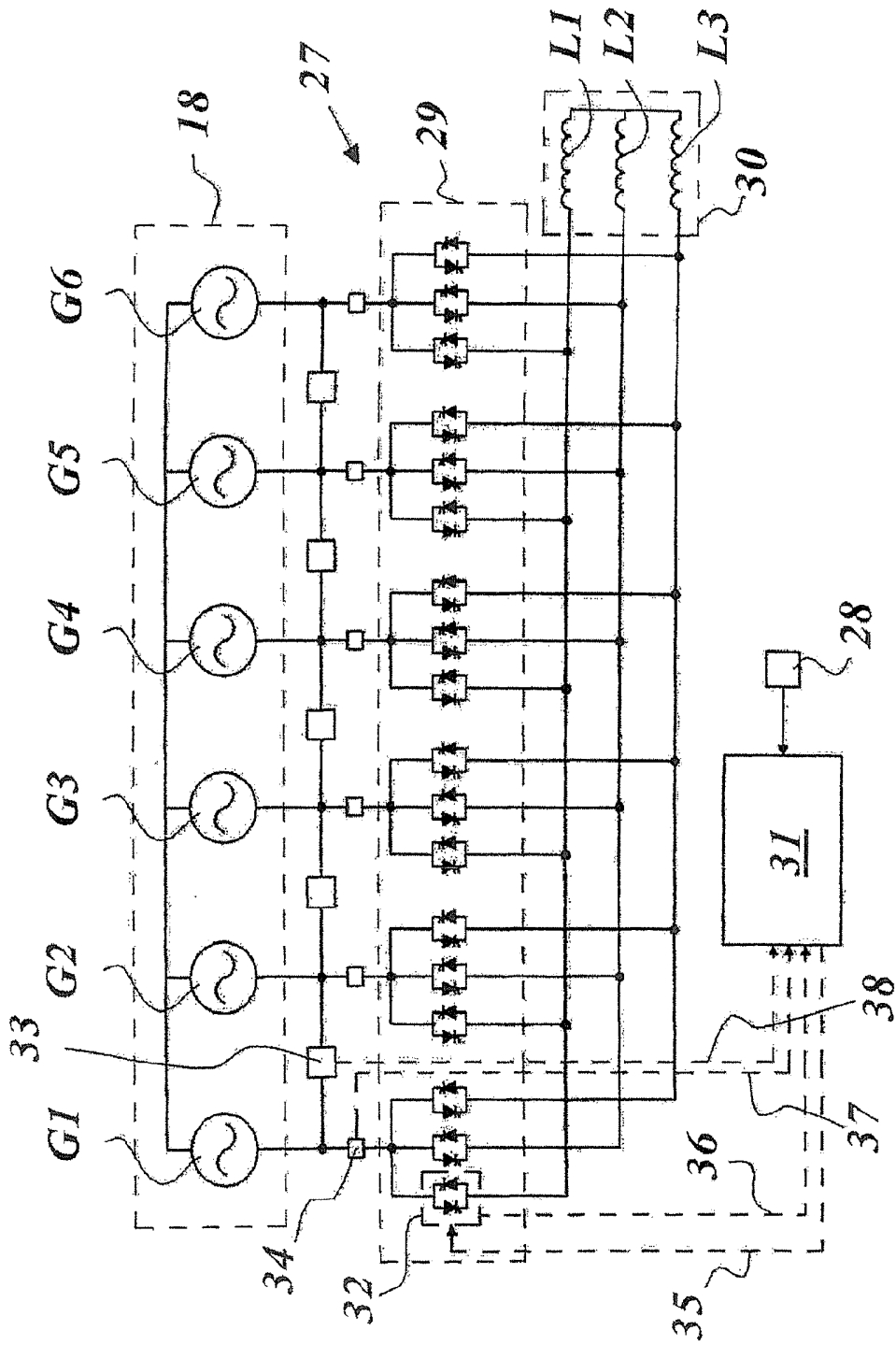


FIG. 8

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

**BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART**

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS
	<b>B08/082-0 CH</b>
Nationales Aktenzeichen	Anmeldedatum
<b>1286/2008</b>	<b>15-08-2008</b>
AnmeldeLand	Beanspruchtes Prioritätsdatum
<b>CH</b>	
Anmelder (Name)	
<b>ALSTOM Technology Ltd</b>	
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat
<b>28-08-2008</b>	<b>SN 50924</b>
<b>I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> <small>(wenn mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)</small>	
<small>Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC</small>	
<b>H02J3/02</b>	<b>H02J3/34</b>
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>	
<small>Recherchierter Mindestprüfstoff</small>	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
<b>IPC. 8</b>	<b>H02J</b>
<small>Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen</small>	
<b>III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN</b> <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>	
<b>IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG</b> <small>(Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)</small>	

Formblatt PCT/ISA 201 a (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 12862002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02J3/02 H02J3/34

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHENSCHREIBE, GACHSCHRIFTE

Fachbereichsweiter Mindestpräfix (Klassifikationsystem und Klassifikationssymbole)  
H02J

Rechenhilfe, aber nicht zum Mindestpräfix gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die rubrizierten Gabeln fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-internal

C. ALS WESSENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beiz. Anspruch für
X	US 2007/177319 A1 (HIRST DAVID [GB]) 2. August 2007 (2007-08-02)	1-7, 11
A	Absatz [0023] - Absatz [0030]	8, 12-15
A	US 2008/095294 A1 (ANDREW PHILIP LYNN [US]) ET AL) 24. April 2008 (2008-04-24)	7
A	WO 2007/060189 A (SIEMENS AG [DE]; HARTIG RAINER [DE]; SCHULZE HORN HANNES [DE]; TIGGES) 31. Mai 2007 (2007-05-31)	
A	JP 2002 354666 A (ELECTRIC POWER DEV CO) 6. Dezember 2002 (2002-12-06)	
A	JP 2007 263011 A (OSAKA GAS CO LTD) 11. Oktober 2007 (2007-10-11)	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von File C zu anschließen

Stets Anhang Patentanträge

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A Veröffentlichung, die den abgesehenen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*C älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*I<sup>1</sup> Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweckhaft erweisen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen in Fachkreisen nicht bekannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgestellt)
- \*O<sup>2</sup> Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Überbarung, eine Einzahlung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P<sup>3</sup> Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*I<sup>1</sup> Besondere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht zusammenhängt, sondern nur zum Verständnis der die Erfindung betreffenden Prinzipien oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X<sup>4</sup> Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsbare Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y<sup>5</sup> Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsbare Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*A<sup>6</sup> Veröffentlichung, die Mitglied eines Patentamtes ist

Datum des letzten Abchlusses der Recherche internationaler Art  
**19. Januar 2009**

Abgeschlossenheit des Berichts über die Recherche internationaler Art  
**09. 10. 11**

Name und Postanschrift der internationalen Rechercheinrichtung  
Europäisches Patentamt, P.O. Box 1 Patentbasz 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-71) 340-2000  
Fax (+31-70) 240-3000

Bevolmächtigter Patentanwalt  
**Segaert, Pascal**

## BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 12862008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Class der Veröffentlichung	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007177319	A1	02-08-2007	AG 2004307778 A1	19-05-2005
			BR F10416184 A	23-01-2007
			CA 2545110 A1	19-05-2005
			CN 1902799 A	24-01-2007
			EP 1687882 A1	09-08-2006
			WO 2005046019 A1	19-05-2005
			GB 2407927 A	11-05-2005
			JP 2007511196 T	26-04-2007
			KR 20060121139 A	28-11-2006
			NZ 547560 A	30-05-2008
US 2008095294	A1	24-04-2008	CN 101162883 A	16-04-2008
			EP 1914394 A1	23-04-2008
			JP 2008095691 A	24-04-2008
			KR 20080033866 A	17-04-2008
WO 2007060189	A	31-05-2007	DE 202006020446 U1	21-08-2008
JP 2002354666	A	05-12-2002	KEINE	
JP 2007263011	A	11-10-2007	KEINE	

Rechercheart: FC1 (Suchung Patentfamilie) (Datum: 2008)