

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 034 357 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

03.09.2003 Patentblatt 2003/36

(51) Int Cl.7: **F01D 25/22**, F01D 15/10

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE98/03490

(21) Anmeldenummer: **98966767.0**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/028599 (10.06.1999 Gazette 1999/23)

(22) Anmeldetag: **26.11.1998**

(54) **DAMPFTURBOGENERATOR MIT WASSERGE SCHMIERTEN LAGERN UND VENTILEN**

STEAM TURBOGENERATOR WITH WATER LUBRICATED LAGERS AND VALVES

TURBOGENERATEUR A PALIERS ET SOUPAPES LUBRIFIES PAR EAU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **28.11.1997 DE 19752946**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.09.2000 Patentblatt 2000/37

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **THIELE, Rudolf
D-91058 Erlangen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

DE-A- 2 105 494

DE-C- 4 227 280

US-A- 4 044 561

US-A- 4 049 972

EP 1 034 357 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Dampfturbosatz mit einer Dampfturbineneinheit und einer daran angeschlossenen Arbeitsmaschineneinheit zur Erzeugung elektrischen Stroms gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 4 und ein Verfahren zum Betrieb eines Dampfturbosatzes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Verfahren ist aus dem Dokument DE 2 105 494 bekannt.

[0002] Turbosätze werden meistens eingesetzt, um ein elektrisches Netz, dessen Frequenz 50 Hz (oder 60 Hz) beträgt, zu speisen. Bei hohen Leistungen (etwa 30 MVA und darüber) ist es wirtschaftlich, die Dampfturbine bei Verwendung von zweipoligen Generatoren mit Drehzahlen von 3000 (bzw. 3600) Umdrehungen pro Minute zu betreiben. Für kleinere Leistungen sind jedoch höhere Drehzahlen >3.000 bis 16.000 Umdrehungen pro Minute für die Turbine - je nach Leistung - wirtschaftlicher. Dabei ist eine Untersetzung zwischen der schnell rotierenden Dampfturbine und dem entsprechend der gewünschten Frequenz des Stromes rotierenden Generator mittels eines Getriebes erforderlich.

[0003] Dabei treten besondere Probleme mit der Schmierung und der Kühlung der Lager und Getriebe auf.

[0004] Im Getriebe erfordert nicht nur die Lagerung der GetriebeWellen eine besondere Schmierung, vielmehr müssen insbesondere auch die stark belasteten Getriebezähne der ineinander greifenden Zahnflanken sorgfältig geschmiert und gekühlt werden. Die hohen Drehzahlen und Belastungen erfordern jeweils ein ausgewähltes Kühl- und Schmiermittel, wofür bisher praktisch nur Öle zur Verfügung stehen.

[0005] Herkömmlicherweise verfügt ein Dampfturbosatz über einen Ölkreislauf, der im wesentlichen drei Aufgaben erfüllt:

Zum ersten dient das Öl als Schmier- und Kühlmittel für die Lager von Dampfturbine und Generator. Zum zweiten werden die Regelventile der Dampfturbine über ölhdraulische Stellzylinder betrieben. Zum dritten dient das Öl der Kühlung und Schmierung des Getriebes. Die jeweils anfallende Verlustwärme wird an den Ölkreislauf abgegeben und an einen Öl/Wasserwärmeaustauscher abgeführt. Insgesamt sind zur Erfüllung dieser drei Aufgaben relativ große Ölmengen erforderlich. Dabei beträgt das Verhältnis von Schmieröl:Steueröl:Getriebeöl etwa 1:6:2.

[0006] Diese Ölmengen können zu mehreren Problemen führen. Im Falle von Leckagen im Ölkreislauf ist eine Umweltbeeinträchtigung durch austretendes Öl zu befürchten. Dies erfordert Vorsorgemaßnahmen wie z. B. Ölauffangwannen bzw. Abmauerungen für die Ölbehälter. Darüber hinaus stellt austretendes Öl eine ernstzunehmende Brandgefahr dar. Bei Berührung mit bis zu

500°C heißen Teilen der Turbine ist eine hohe Entzündungswahrscheinlichkeit gegeben. Alternativ verwendbare schwer entflammbare Flüssigkeiten sind zumeist toxisch. Aufwendige und teure Maßnahmen sind für die Lagerung der Dampfturbinenwelle insbesondere bei Dampfturbosätzen mit axialer Dampfabströmung erforderlich, damit kein Öl in den Abdampfstrom der Turbine gelangt. Hierdurch würde der Dampfkreislauf durch ein artfremdes Medium verschmutzt, das zu vielseitigen Störungen führen kann.

[0007] Zwar kann die Ölmenge im Ölkreislauf erheblich reduziert werden, wenn auf ölhdraulische Stellzylinder verzichtet und zu einem anderen Medium (das dann einen eigenen Kreislauf benötigt) oder anderen Antriebsprinzipien für die Stellventile (z.B. linear Antriebe, die unter Umständen ebenfalls eine Kühlung benötigen) übergegangen wird. Dies vermeidet aber nicht, daß in der Dampfableitung Verunreinigungen durch austretendes Lageröl der Turbine auftreten oder Öl in die Umgebung austritt. Hierzu ist ein hoher technologischer Aufwand nötig, wie aus zahlreichen Patentanmeldungen (z.B. EP 0 306 634, WO 94/01713 und DE 19606088.5) eindrucksvoll hervorgeht. Dieses Problem kann durch magnetisch gelagerte Wellen (z.B. DE-PS 42 27 280 oder DE 31 46 354 C2) oder durch andere Magnetlager mit permanent magnetischen und/oder supraleitenden Elementen (DE-A-44 44 587) gelöst werden, die allerdings ebenfalls einen Aufwand bedeuten. Für die Getriebe jedoch ist noch kein erfolgversprechender, ohne Kühlmittel arbeitender Ersatz bekannt.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, bei einem Dampfturbosatz mit einer Dampfturbine und einer Arbeitsmaschine solche durch das Schmier- und/oder Kühlmittel hervorgerufenen Schwierigkeiten zu vermeiden.

[0009] Die Erfindung geht dabei zunächst davon aus, dass wasser-hydraulisch Stellzylinder der die Dampfzufuhr steuernden oder regelnden Ventile oder andere, ölfrei arbeitende Stellglieder dieser Ventile die von Öl ausgehenden Gefahren und Schwierigkeiten vermeiden. Das Gleiche gilt für eine ölfreie Lagerung der Generatoren bzw. der in einer Antriebsmaschineneinheit vorhandenen Aggregate (Generatoren, Pumpen, Kompressoren etc.). Insbesondere sieht die Erfindung vor, Linearmotoren als Stellantriebe der Ventile zu verwenden. Für die Arbeitsmaschineneinheit sind wassergekühlte Lager ohne weiteres geeignet, sofern die für die Schmierung und Kühlung erforderlichen Mengen an Wasser mit ausreichendem Druck in die Lager eingespeist werden.

[0010] Die Erfindung geht außerdem davon aus, dass ein Getriebe nur erforderlich ist, wenn an der von der Dampfturbine angetriebenen Welle eine Untersetzung oder Übersetzung der Drehzahl erfolgt. Wenn es aber möglich wird, Dampfturbine und Arbeitsmaschine mit der gleichen Drehzahl zu betreiben, so kann ein Getriebe entfallen und die mit der Kühlung des Getriebes verbundenen Probleme treten nicht auf. Um die Einspei-

sung von Strom einer vorgegebenen Frequenz in ein elektrisches Netz oder einen Verbraucher zu gewährleisten, erfolgt die Anpassung zwischen der Generator-drehzahl (also der Drehzahl der hochtourigen Dampfturbine) an die niedrigere Frequenz des elektrischen Stromes oder des Netzes durch einen an den Generator angeschlossenen Frequenzumformer. Enthält die Arbeitsmaschineneinheit Pumpen, Kompressoren oder andere Maschinen, so ist ein Getriebe ebenfalls nicht erforderlich, wenn diese entsprechenden Maschinen auf die hohe Drehzahl der Dampfturbine ausgelegt werden. Insbesondere kann also die Dampfturbine der Dampfturbineneinheit und der Generator der Arbeitsmaschineneinheit über eine Kupplung oder über Flansche miteinander verbunden sein.

[0011] Schließlich geht die Erfindung davon aus, dass in der Dampfturbineneinheit Wasser als Schmier- und Kühlmittel verwendbar ist und dann die mit dem Einsatz von Öl verbundene Brandgefahr und die Gefahr von Umweltschäden durch Leckagen vermieden werden. Im gesamten Turbosatz kann daher auf Öl und dergleichen praktisch verzichtet werden. Artfremde Medien dringen dann auch nicht in den Abdampfstrom der Turbine, wenn die Lagerung sich in einer axialen Abströmung befindet und das Wasser zum Schmieren bzw. Kühlung aus dem Wasserkreislauf des Dampfkraftwerkes entnommen wird.

[0012] Diese Aufgabe wird daher erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder durch einen Dampfturbosatz mit den Merkmalen des Anspruchs 4. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] Im Vergleich mit dem Dokument DE-A-2105494 beschreibt das Verfahren gemäß Anspruch 1 und der Dampfturbosatz gemäß Anspruch 4 die folgenden neuen Merkmale:

- der Dampfturbineneinheit wird Dampf mittels ölfrei angetriebener Ventile zugeführt,
- das Wellenlager der Dampfturbineneinheit wird mit Wasser als Kühl- und Schmiermittel gespeist und der Strom aus dem Generator wird über einen elektrischen Frequenzumformer in ein Verbrauchernetz mit vorgegebener Netzfrequenz eingespeist.

[0014] Erfindungsgemäß ist ein Dampfturbosatz mit einer Dampfturbineneinheit und einer einen Generator umfassenden Arbeitsmaschineneinheit vorgesehen, wobei die Einheiten ohne ein Getriebe miteinander verbunden sind. Ein von einer Dampfturbine angetriebenes Wellenteil und ein den Generator antreibendes Wellenteil sind also als Teilwellen im Bereich zwischen den Einheiten zur Bildung einer gemeinsamen Welle z.B. durch einen Flansch unmittelbar aneinander gekoppelt oder bilden eine starre (z.B. einstückige) Welle, wobei dann die beiden Lager zwischen Dampfturbine und Arbeitsmaschine durch ein einziges Lager ersetzt werden können.

[0015] Zur Schmierung und Kühlung der Wellenlager in der Turbineneinheit wird ein ölfreier Kreislauf, nämlich ein Wasserkreislauf verwendet. Auch für die Lagerung dieser Welle in der Arbeitsmaschineneinheit sind nur ölfreie Lager verwendet. Dabei ist der Generator zur Erzeugung elektrischen Stroms einer gewünschten Frequenz vorgesehen, wofür dem Generator ein Frequenzumformer nachgeschaltet ist. Zur Betätigung der Stellventile der Dampfturbine kann insbesondere ein Linearantrieb oder eine ähnliche, jedenfalls ölfrei arbeitende Antriebseinheit (insbesondere kombiniert mit einer elektrischen bzw. elektronischen Regelung) verwendet werden.

[0016] Die Dampfturbineneinheit kann unterschiedlich ausgebildet sein und z.B. eine oder mehrere Dampfturbinen umfassen, die eine Dampfableitung nach oben oder unten (allgemein: in seitlicher Richtung) oder in axialer Richtung besitzen. Eine axiale Abströmung wird zumeist bei ebener Aufstellung von Dampfturbinen mit einem Generator (z.B. auch in einem Strang mit einer Gasturbine) verlangt. Hierbei wird der Generator dann an der Seite der Dampfeinströmung angekuppelt.

[0017] Mithin kann also Öl oder ein anderes Schmiermittel in dem gesamten Dampfturbosatz durch Wasser ersetzt werden. Der Turbosatz enthält bevorzugt nur ölfrei betriebene Komponenten, da auch die Kühlung stationärer Teile (z.B. des Frequenzumformers) durch andere Medien (z.B. Luft oder Wasser) möglich ist.

[0018] Für die Kühlung und Schmierung der Wellenlager ist insbesondere ein (oder mehrere) Wasserkreislauf vorgesehen, von dem zu den einzelnen Lagern Wasserzufuhrkanäle abgehen. Es ist auch möglich, daß mehrere Wellenteile und/oder Wellenlager in der Dampfturbineneinheit vorgesehen sind und durch einen gemeinsamen Wasserkreislauf versorgt werden. Durch Wasserabfuhrkanäle wird das als Kühl- und Schmiermittel verwendete Wasser von den Wellenlagern vorteilhaft an den Wasserkreislauf zurückgeführt. Mit diesem Wasserkreislauf können gleichzeitig vorzugsweise die Kühlsysteme einer Generatoreinheit oder einer sonstigen Arbeitsmaschineneinheit und auch die Dampfzuführung zur Dampfturbineneinheit bedient werden. Dasselbe gilt für einen Frequenzumformer, soweit ein solcher vorgesehen wird und dessen Kühlung erforderlich ist. Auch Linearantriebe zur Betätigung der Stellventile der Dampfturbine können, falls deren Kühlung erforderlich ist, durch den Wasserkreislauf versorgt werden. Damit ist es möglich, daß ein einziger Wasserkreislauf die gesamte Verlustwärmeabfuhr eines Turbosatzes übernimmt. Die in das Kreislaufwasser eingebrachte Wärmeenergie wird vorzugsweise durch einen Wärmeaustauscher entzogen. Dieser Wärmeaustauscher wird durch einen offenen Wasserkreislauf bedient, kann aber auch ein luftgekühlter Wärmeaustauscher sein.

[0019] Da Wasser eine relativ hohe Wärmekapazität besitzt, können die einzelnen Kühlkomponenten relativ klein ausfallen. Außerdem können kleiner dimensionierte Komponenten verwendet werden, weil

die bisher üblichen Volumina für das Steueröl, das für die Steuerung der Stellzylinder für Stellventile der Dampfturbine und das Getriebeöl benutzt wird, eingespart werden können. Insgesamt ergibt sich daher auch eine Reduzierung der umlaufenden Medienmenge. Dies wirkt sich sowohl auf die Komponentengröße wie Rohrleitungen und Kühler, als auch auf die erforderliche Leistung des den Wasserkreislauf treibenden Pumpsystems aus. In dem Wasserkreislauf werden Wasserverluste bevorzugt durch aufbereitetes Wasser ersetzt, das ohnehin in Kraftwerken bereitgestellt wird, um das Wasser für die Dampfeinspeisung in die Dampfturbine in einem entsprechenden Kreislauf zu führen.

[0020] Da der Schmier- und Kühlmittelkreislauf mit dem gleichen Medium betrieben wird wie die Dampfturbine, kann das benötigte Kreislaufwasser auch dem Dampf/Wasser-Kreislauf des Kraftwerks entnommen werden. Dabei wird vorteilhaft das Kreislaufwasser gleichzeitig aufbereitet. Gegebenenfalls anfallende Verschleißpartikel oder sonstige Verunreinigungen, die z. B. vom Wellenlager herrühren, werden ausgefiltert.

[0021] Weil das gleiche Medium sowohl als Kühl- und Schmiermittel für die Wellenlager als auch für die Dampferzeugung der Dampfturbine verwendet wird, ist insbesondere bei Dampfturbinen mit axialer Abströmung eine Anordnung eines Wellenlagers im Abdampfstrom der Dampfturbine möglich, ohne daß im Falle von Leckagen in der Lagerdichtung eine Gefahr der Verschmutzung des Dampfkreislaufes durch ein artfremdes Medium zu befürchten ist.

[0022] Im folgenden werden zwei Ausführungsbeispiele für einen ölfreien Dampfturbosatz mit Wasser als Schmier- und Kühlmedium angegeben. Es zeigen

FIG 1 einen ölfreien Dampfturbosatz mit Wasser als Schmier- und Kühlmedium mit seitlicher (nämlich nach unten gerichteter) Dampfabströmung.

FIG 2 einen ölfreien Dampfturbosatz mit Wasser als Schmier- und Kühlmedium mit axialer Dampfabströmung.

[0023] In Abbildung 1 ist in schematischer Weise ein Dampfturbosatz dargestellt, der insgesamt das Bezugszeichen 1 trägt und eine Dampfturbineneinheit 2 und eine Generatoreinheit 3 als sonstige Arbeitsmaschineneinheit enthält. Die Einheiten 2 und 3 sind miteinander verbunden durch eine Welle 4. Diese Welle besteht aus mehreren Wellenteilen (zwei Teilwellen 41, 42), die mit gleicher Drehzahl rotieren. Die Teilwelle 41 führt durch die Dampfturbineneinheit 2. Innerhalb der Dampfturbine 20 sind an dieser Teilwelle 41 die Laufschaufeln 211 der Turbine angebracht, von denen zur besseren Übersichtlichkeit in der Zeichnung nur zwei Stück dargestellt sind. Zwischen den Laufschaufeln 211 sind an der Turbinenwand der Dampfturbine 20 noch die Leitschaufeln 212 angebracht, von denen ebenfalls zwecks besserer

Übersichtlichkeit lediglich zwei Stück dargestellt sind. Die Teilwelle 42 führt durch den Generator 30. An ihr angebracht ist der Anker 31 des Generators 30, dessen Stator 32 den Anker 31 in Umfangsrichtung umgibt und sich im Gehäuse des Generators 30 befindet. Die beiden Teilwellen 41 und 42 der Welle 4 sind miteinander durch Flansche 43 verbunden. Vom Generator 30 wird der damit erzeugte Strom über Leitungen 51 einem Frequenzumformer 5 zugeleitet. Dieser Frequenzumformer 5 wandelt die von der Drehzahl und der Polzahl der Welle 4 bestimmte Ausgangsfrequenz des Generatorstromes in eine Frequenz um, die der erforderlichen Netzfrequenz des zu speisenden Stromnetzes entspricht. Die Abgabe des Stromes an das Stromnetz erfolgt dabei durch die Leitungen 52.

[0024] Die Zuführung des die Turbine 20 treibenden Dampfes erfolgt durch die Dampfzuführung 22. Geregelt wird die Dampfzufuhr über Stellventile 221, die ihrerseits über einen oder mehrere Linearantriebe 222 und elektrische Regler 223 betrieben werden.

[0025] Die Abströmung des Turbinendampfes erfolgt bei diesem Ausführungsbeispiel über eine nach unten gerichtete Dampfabströmung 23. Bei einer derartigen seitlichen Dampfabströmung nach unten besteht gegenüber einer axialen Abströmung (vergleiche Figur 2) der Vorteil, daß eine Lagerung der Welle 4 innerhalb der Dampfabströmungseinrichtung 23 nicht erforderlich ist.

[0026] Die Lagerung der Welle 4 erfolgt durch Wellenlager 6. Diese sind hier als Gleitlager ausgestaltet. Als Schmier- und Kühlmittel für diese Wellenlager 6 dient Wasser, das durch einen Wasservorlauf 70 und einen Wasserrücklauf 71 zur Verfügung gestellt wird. In Bewegung gehalten wird der Wasserkreislauf durch eine Pumpe 80. Die Zuführung des als Kühl- und Schmiermediums wirkenden Kreislaufwassers zu den Wellenlagern 6 erfolgt durch vom Wasserkreislauf 71 abgehende Wasserzufuhrkanäle 72. In dem Wellenlager 6 wirkt das Kreislaufwasser als Kühl- und Schmiermedium. Somit wird die durch Gleitreibung im Lager entstehende Wärmeenergie vom Kreislaufwasser abgeführt. Von den Wellenlagern 6 wird das Kreislaufwasser dem Wasserrücklauf 70 über Wasserabfuhrkanäle 73 zugeführt.

[0027] Vorteilhafterweise kann das Kreislaufwasser des Wasserkreislaufes (70, 71) die Kühlung weiterer Komponenten des Turbosatzes übernehmen. In dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 wird das Kreislaufwasser ebenfalls zur Kühlung des Generators 30 verwendet. Über einen Wasserzufuhrkanal 74 wird das Kreislaufwasser in das Kühlsystem 33 des Generators 30 eingespeist und von dort über einen Wasserabfuhrkanal 75 dem Wasserrücklauf 70 zugeführt. In eben solcher Weise erfolgt eine gegebenenfalls erforderliche Kühlung der Linearantriebe 222 dadurch, daß diesen über einen Wasserzufuhrkanal 76 Kreislaufwasser zugeführt und dieses über einen Wasserabfuhrkanal 77 dem Wasserrücklauf 71 zugeführt wird. In gleicher vorteilhafter Weise wird die Kühlung des Frequenzumformers 5 bewirkt. Dessen Kühlsystem (nicht dargestellt) wird Kreis-

laufwasser über einen Wasserzufuhrkanal 78 zugeführt und über einen Wasserabfuhrkanal 79 den Wasserrücklauf 71 zurückgeführt.

[0028] Die Kühlung des Kreislaufwassers (70, 71) erfolgt durch einen Wärmeübertrager 8 durch Abgabe der Wärmeenergie des Kreislaufwassers an einen offenen Austauscherwasserkreislauf 81. Alternativ oder in Kombination dazu kann die Kühlung des Kreislaufwassers auch durch einen luftgekühlten Wärmeübertrager 9 erfolgen.

[0029] In besonders vorteilhafter Weise kann das Kühlwasser dem (nicht dargestellten) Kreislauf des entsprechenden Kraftwerks entnommen werden, der auch das Wasser für die Erzeugung des Turbinendampfes bereitstellt. Der besondere Vorteil dieser Variante liegt darin, daß das Kreislaufwasser in diesem Falle zusammen mit dem Wasser des Dampfkreislaufes aufbereitet wird.

[0030] Die in Figur 2 dargestellte Ausführungsform zeigt einen ölfreien Dampfturbosatz mit Wasser als Schmier- und Kühlmedium mit axialer Dampfabströmung. Komponenten, die der Ausführungsform von Abbildung 1 entsprechen, weisen die gleichen Bezugszeichen auf. Insbesondere trägt der Dampfturbosatz als solcher wieder das Bezugszeichen 1. Auch hier ist die Dampfturbineneinheit 2 mit der Generatoreinheit 3 durch eine Welle 4, (nämlich die zwei Teilwellen 41 und 42) verbunden. Die Teilwellen 41 und 42 sind über Flansche 43 direkt aneinandergespeist. Die Teilwelle 42 trägt im Generator 30 einen Anker 31. Diesem gegenüber benachbart ist der ebenfalls im Generator 30 enthaltene Stator 32. Der vom Generator 30 erzeugte elektrische Strom wird über Leitungen 51 einem Frequenzumformer 5 zugeleitet, der nach Frequenzumformung den elektrischen Strom über Leitungen 52 in ein elektrisches Netz einspeist. Innerhalb der Turbine 20 weist die Teilwelle 41 Laufschaufeln 211 auf. Innerhalb von Zwischenräumen zwischen den Laufschaufeln 211 befinden sich am statischen Teil der Dampfturbine 20 Laufschaufeln 212.

[0031] Entgegen dem Ausführungsbeispiel in Figur 1 weist die Dampfturbine 20 in diesem Ausführungsbeispiel eine Dampfabströmungseinrichtung 23' auf, durch die eine axiale Dampfabströmung bewirkt wird. Eine derartige axiale Dampfabströmung wird insbesondere bei ebener Aufstellung von Dampfturbinen mit Generator (z.B. auch in einem Strang mit einer Gasturbine) verlangt. Wie in der Figur zu erkennen ist, wird der Generator 30 dann an der Seite der Dampfeinströmung 22 der Dampfturbine 20 angekuppelt. An die Dampfabströmungseinrichtung 23' schließt sich üblicherweise ein (hier nicht dargestellter) Kondensator oder ein (ebenfalls nicht dargestellter) Gegendruckstutzen an. Im Gegensatz zu Ausführungsformen von Dampfturbinen mit Dampfabströmung nach unten oder zur Seite erfordert eine Dampfturbine mit axialer Abströmung ein Wellenlager im Dampfstrom. Eine derartige Anordnung ist im rechten Teil von Figur 2 erkennbar. Dort befindet sich

ein die Welle 4 umgebendes Wellenlager 6 innerhalb der Dampfabströmungseinrichtung 23'. Durch diese Anordnung besteht die erhebliche Gefahr, daß Kühl- und Schmiermittel vom Lager 6 in den Dampfkreislauf gelangt. Bei der hier vorgesehenen Verwendung von Kreislaufwasser aus dem Wasservorlauf 71 zur Schmierung und Kühlung des Lagers 6 ist eine Verunreinigung des Dampfkreislaufmediums durch ein artfremdes Kühl- und Schmiermittel für das innerhalb der Dampfabströmungseinrichtung 23' befindliche Wellenlager 6 praktisch unmöglich.

[0032] Die Versorgung der Lager 6 mit Kreislaufwasser erfolgt durch Wasserzufuhrkanäle 72. Durch Wasserabfuhrkanäle 73 gelangt das Kreislaufwasser in den Wasserrücklauf 71. Wie bei der Ausführungsform in Figur 1 ist es auch hier vorteilhaft, das Kühlsystem 33 des Generators 30 mit Kreislaufwasser über einen Wasserzufuhrkanal 74 und einen Wasserabfuhrkanal 75 zu speisen. Ebenfalls vorteilhaft ist die Kühlung der Linearantriebe 222 - sofern erforderlich - und des Frequenzumformers 5, soweit dieser erforderlich ist, durch das Kreislaufwasser aus dem Wasserkreislauf (70/71).

[0033] Selbstverständlich ist es beiden genannten Ausführungsformen möglich, die zweiteilig dargestellte Welle 4 durch eine einheitliche Welle zu ersetzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Dampfturbosatzes (1) mit einer Dampfturbineneinheit (2) und einer einen Generator (30) zur Erzeugung von Strom enthaltenden Arbeitsmaschineneinheit (3), wobei ein in der Dampfturbineneinheit (2) in einem Wellenlager (6) gelagertes Wellenteil (41) einer Welle (4) mittels einer Dampfturbine (20) in Rotation versetzt wird, die gleiche Rotation der Welle mittels eines ölfrei in der Arbeitsmaschineneinheit (3) gelagerten Wellenteils (42) auf den Generator (30) ohne Zwischenschaltung eines Getriebes übertragen wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Dampfturbineneinheit (2) Dampf mittels ölfrei angetriebener Ventile (221) zugeführt wird und das Wellenlager (6) der Dampfturbineneinheit (2) mit Wasser als Kühl- und Schmiermittel gespeist wird und der Strom aus dem Generator über einen elektrischen Frequenzumformer (5) in ein Verbrauchernetz (52) mit vorgegebener Netzfrequenz eingespeist wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem alle Lager (6) rotierender Teile mit aufbereitetem Wasser aus einem Wasserkreislauf (70/71) geschmiert und gekühlt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem dem Wasserkreislauf auch das Wasser zur Erzeugung des Dampfes für die Dampfturbine entnommen wird.

4. Dampfturbosatz (1) mit einer Dampfturbineneinheit (2) und einer weiteren Arbeitsmaschineneinheit (3), wobei einer Dampfturbine (20) Dampf über Stellventile (221) zuführbar ist, mit dem Dampf eine Welle (4) mit einem in einem Wellenlager (6) sitzenden Wellenteil (41) der Dampfturbineneinheit (2) in Rotation versetzbar und von der Welle (4) ein Generator (30) der Arbeitsmaschineneinheit (3) antreibbar ist, wobei ein ohne Zwischenschaltung eines Getriebes direkt von der Dampfturbine (20) angetriebenes, ölfrei gelagertes Wellenteil (42) des Generators (30) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kreislauf (70/71) für Wasser als Schmier- und Kühlmittel für das Wellenlager (6) und ölfreie Antriebe für die Stellventile (221) vorgesehen sind, wobei dem Generator (30) ein Frequenzumformer (5) zur Erzeugung von Strom einer gewünschten Frequenz zur Einspeisung in ein Verbrauchernetz nachgeschaltet ist.
5. Dampfturbosatz (1) nach Anspruch 4, bei dem die Welle (4) von dem Wellenteil (41) der Dampfturbineneinheit, dem Wellenteil (42) der Arbeitsmaschineneinheit und einer starren Kopplung (43) beider Wellenteile gebildet ist.
6. Dampfturbosatz (1) nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Welle mit dem Wellenteil (41) der Dampfturbineneinheit (2) und dem Wellenteil (42) der Arbeitsmaschine (30) aus einem Stück besteht und nur in dem Wellenlager (5) gelagert ist.
7. Dampfturbosatz (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei dem die Dampfturbineneinheit (2) eine Abströmung in axialer Richtung aufweist und das Wellenlager (6) in dieser Abströmung angeordnet ist.
8. Dampfturbosatz (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei dem mindestens ein Lager für das angetriebene Wellenteil (42) der Arbeitsmaschineneinheit (3) von Wasser als Schmier- und Kühlmittel gespeist ist.
9. Dampfturbosatz (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, bei dem die Stellventile (221) ölfreie Linearantriebe (222, 223) aufweisen.
10. Dampfturbosatz (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, bei dem der Wasserkreislauf (70/71) mit aufbereitetem Wasser aus einem Wasserkreislauf eines Kraftwerks, insbesondere einem den Dampf für die Dampfturbineneinheit (2) liefernden Wasserkreislauf, gespeist ist.

Claims

- Method for operation of a steam turbogenerator set (1) having a steam turbine unit (2) and having a driven machine unit (3) which contains a generator (30) for producing electrical power, in which case a shaft part (41) of a shaft (4) which is mounted in a shaft bearing (6) in the steam turbine unit (2) is caused to rotate by means of a steam turbine (20), with the same rotation as the shaft being transmitted to the generator (30), without the interposition of any gearbox, by means of a shaft part (42) whose bearings in the driven machine unit (3) use no oil, **characterized in that** the steam turbine unit (2) is supplied with steam by means of valves (221) which operate without oil, and the shaft bearing (6) of the steam turbine unit (2) is fed with water as a coolant and lubricant, and the electrical power from the generator is fed via an electrical frequency converter (5) into a load network (52) at a predetermined network frequency.
- Method according to Claim 1, in which all the bearings (6) of rotating parts are lubricated and cooled with processed water from a water circuit (70/71).
- Method according to Claim 2, in which the water for producing the steam for the steam turbine is also taken from the water circuit.
- Steam turbogenerator set (1) having a steam turbine unit (2) and a further driven machine unit (3), in which case steam is supplied to a steam turbine (20) via control valves (221), the steam causes a shaft (4) to rotate together with a shaft part (41) of the steam turbine unit (2) which is seated on a shaft bearing (6), and a generator (30) in the driven machine unit (3) can be driven by the shaft (4), in which case a shaft part (42) of the generator (30) is provided, whose bearing use no oil and which is driven directly from the steam turbine (20) without the interposition of a gearbox, **characterized in that** a circuit (70/71) is provided for water as the lubricant and coolant for the shaft bearing (6) and oil-free drives are provided for the control valves (221), in which case a frequency converter (5) is connected downstream of the generator (30) in order to produce electrical power at a desired frequency for feeding into a load network.
- Steam turbogenerator set (1) according to Claim 4, in which the shaft (4) is formed by the shaft part (41) of the steam turbine unit, the shaft part (42) of the driven machine unit, and a rigid coupling (43) between the two shaft parts.
- Steam turbogenerator set (1) according to Claim 4

or 5, in which the shaft comprising the shaft part (41) of the steam turbine unit (2) and the shaft part (42) of the driven machine (30) are integral and are borne only in the shaft bearing (5).

7. Steam turbogenerator set (1) according to one of Claims 4 to 6, in which the steam turbine unit (2) has an outlet flow in the axial direction, and the shaft bearing (6) is arranged in this outlet flow.
8. Steam turbogenerator set (1) according to one of Claims 4 to 7, in which at least one bearing for the driven shaft part (42) of the driven machine unit (3) is fed with water as a lubricant and coolant.
9. Steam turbogenerator set (1) according to one of Claims 4 to 8, in which the control valves (221) have oil-free linear drives (222, 223).
10. Steam turbogenerator set (1) according to one of Claims 4 to 9, in which the water circuit (70/71) is fed with processed water from a water circuit of a power station, in particular a water circuit which supplies the steam for the steam turbine unit (2).

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner un turboalternateur à vapeur (1) comportant une unité de turbine à vapeur (2) et une unité de machine fournissant du travail (3) comprenant une génératrice (30) destinée à générer du courant,
dans lequel une partie (41) d'un arbre (4), montée dans un palier d'arbre (6) dans l'unité de turbine vapeur (2), est mise en rotation au moyen d'une turbine vapeur (20), et
dans lequel la même rotation de l'arbre est transférée au moyen d'une partie d'arbre (42), montée sans lubrification d'huile dans l'unité de machine fournissant du travail (3), à la génératrice (30) sans interposition d'une transmission,
caractérisé en ce que
de la vapeur est amenée à l'unité de turbine à vapeur (2) au moyen de clapets (221) entraînés sans lubrification d'huile, et le palier d'arbre (6) de l'unité de turbine à vapeur (2) est alimenté en eau servant d'agent de refroidissement et de lubrification, et le courant généré par la génératrice est délivré à un réseau utilisateur (52) à une fréquence de réseau prédéterminée par l'intermédiaire d'un convertisseur de fréquence électrique (5).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel tous les paliers (6) des parties tournantes sont lubrifiés et refroidis par de l'eau préparée provenant d'un circuit hydraulique (70/71).

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel l'eau pour produire la vapeur pour la turbine à vapeur est également prélevée du circuit hydraulique.

4. Turboalternateur à vapeur (1) comportant une unité de turbine à vapeur (2) et une autre unité de machine fournissant du travail (3), dans lequel de la vapeur peut être amenée à une turbine à vapeur (20) par des clapets de régulation (221), dans lequel un arbre (4), dont une partie d'arbre (41) de l'unité de turbine à vapeur (2) est posée dans un palier d'arbre (6), peut être mis en rotation au moyen de la vapeur, dans lequel une génératrice (30) de l'unité de machine fournissant du travail (3) peut être entraînée par l'arbre (4), et dans lequel il est prévu une partie d'arbre (42) de la génératrice (30), montée sans lubrification d'huile et entraînée directement par la turbine à vapeur (20) sans interposition d'une transmission,
caractérisé en ce qu'un circuit (70/71) est prévu pour l'eau servant d'agent de lubrification et de refroidissement du palier d'arbre (6) et des entraînements sans lubrification d'huile sont prévus pour les clapets de régulation (121), un convertisseur de fréquence (5) étant monté en aval de la génératrice (30) afin de générer du courant à une fréquence souhaitée en vue d'alimenter un réseau utilisateur.

5. Turboalternateur à vapeur (1) selon la revendication 4, dans lequel l'arbre (15) se compose de la partie d'arbre (41) de l'unité de turbine à vapeur, de la partie d'arbre (42) de l'unité de machine fournissant du travail et d'un accouplement rigide (43) des deux parties d'arbre.
6. Turboalternateur à vapeur (1) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel l'arbre, se composant de la partie d'arbre (41) de l'unité de turbine à vapeur (2) et de la partie d'arbre (42) de la machine fournissant du travail (30), est d'une seule pièce et n'est monté que dans le palier d'arbre (5).
7. Turboalternateur à vapeur (1) selon l'une des revendications 4 à 6, dans lequel l'unité de turbine à vapeur (2) comporte une évacuation en direction axiale et le palier d'arbre (6) est monté dans cette évacuation.
8. Turboalternateur à vapeur (1) selon l'une des revendications 4 à 7, dans lequel au moins un palier destiné à la partie d'arbre entraîné (42) de l'unité de machine fournissant du travail (3) est alimenté en eau servant d'agent de lubrification et de refroidissement.
9. Turboalternateur à vapeur (1) selon l'une des revendications 4 à 8, dans lequel les clapets de régulation (221) comportent des entraînements linéai-

res sans lubrification d'huile (222, 223).

10. Turboalternateur à vapeur (1) selon l'une des revendications 4 à 9, dans lequel le circuit hydraulique (70, 71) est alimenté en eau préparé provenant d'un circuit hydraulique d'une centrale électrique, en particulier d'un circuit hydraulique fournissant de la vapeur pour l'unité de turbine à vapeur (2).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

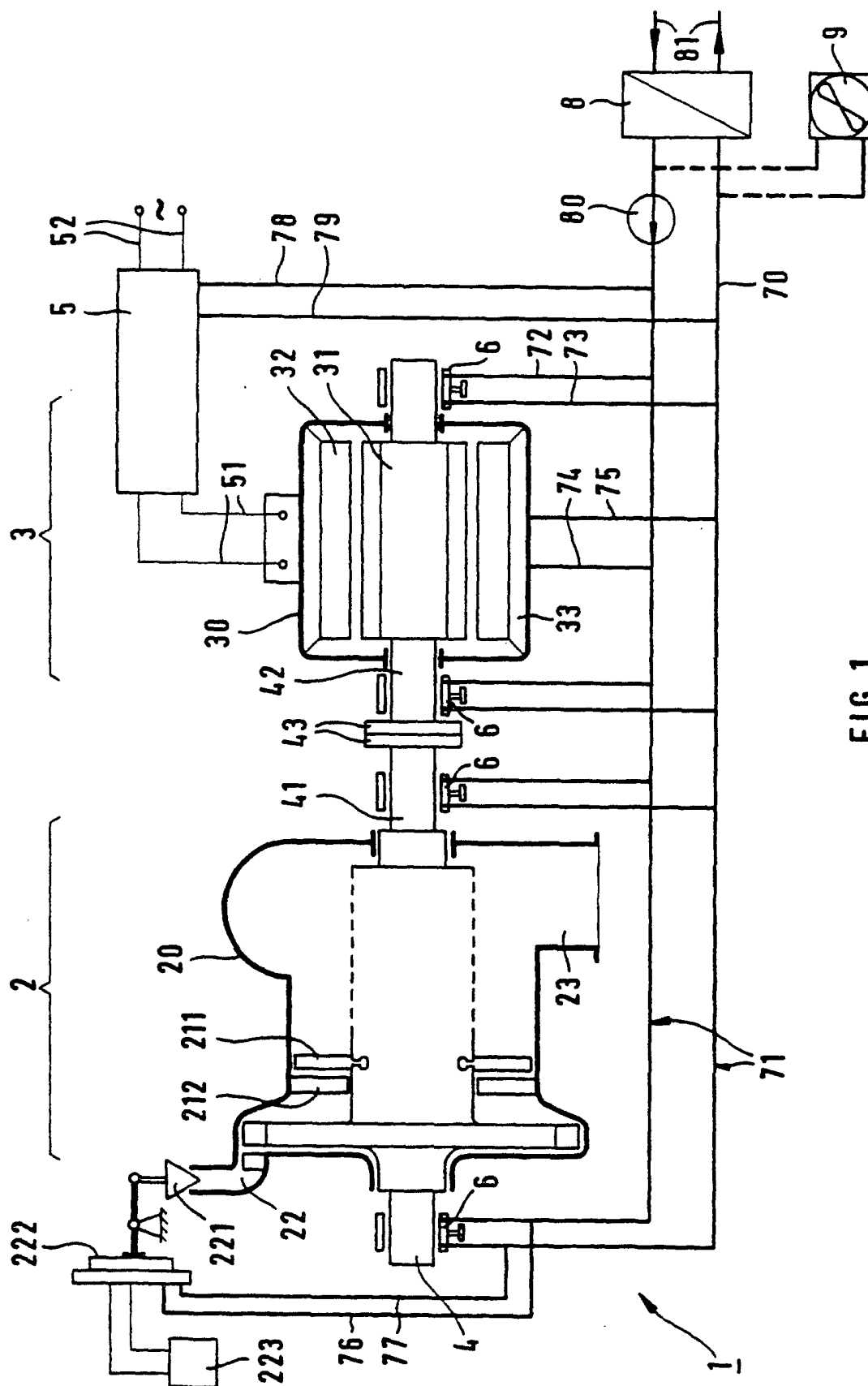


FIG 1

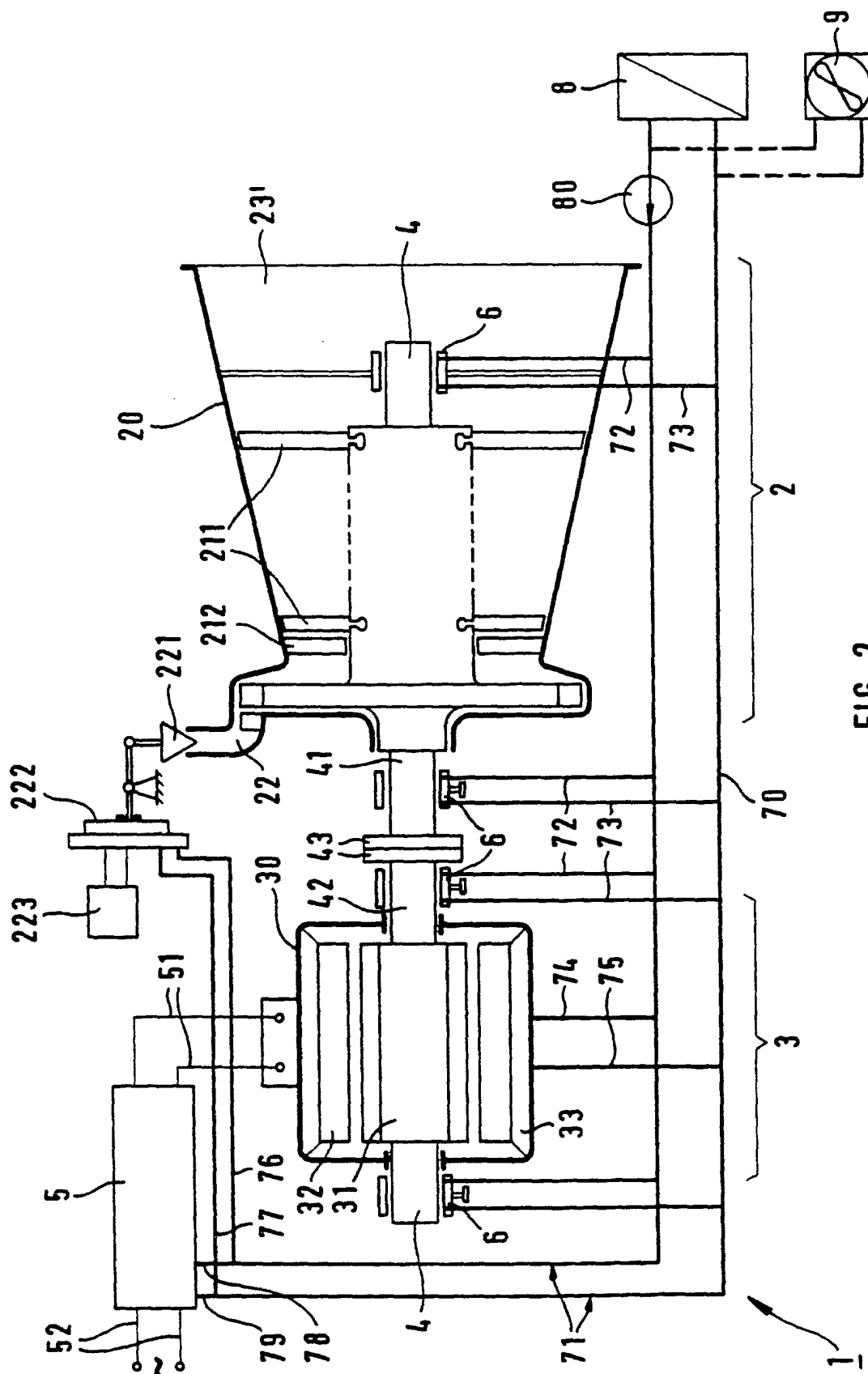


FIG 2