

(19)



(11)

**EP 2 848 774 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**18.03.2015 Patentblatt 2015/12**

(51) Int Cl.:

**F01D 21/00** <sup>(2006.01)</sup>**F01D 21/02** <sup>(2006.01)</sup>(21) Anmeldenummer: **13184821.0**(22) Anmeldetag: **17.09.2013**

(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**(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft****80333 München (DE)**

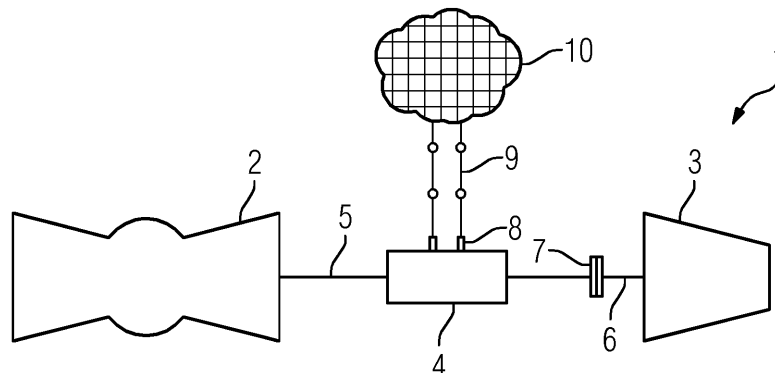
(72) Erfinder:

- **Ophey, Martin**  
**47638 Straelen (DE)**

• **Engler, Thorsten****47447 Moers (DE)**• **Haas, Susanne****45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**• **Pahl, Andreas****40589 Düsseldorf (DE)**• **Pieczyk, Marian-Peter****45476 Mülheim a.d. Ruhr (DE)**• **Stapper, Martin****47475 Kamp-Lintfort (DE)**• **Veltmann, David****45128 Essen (DE)**(54) **Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Einwellenanlage**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer einwellenanlage (1) mit den Schritten: a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine (3), wobei die erste Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Welle (6) der Einwellenanlage (1) angebrachte Markierung und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; b) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der ersten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der ersten Dreh-

zahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine (3) eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine (2) eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Dampfturbine (3) eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Dampfturbine (3) die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.

**EP 2 848 774 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Einwellenanlage.

**[0002]** Bei einer Einwellenanlage zur Erzeugung von elektrischer Energie sind eine Gasturbine, eine Dampfturbine und ein Generator auf einem gemeinsamen Strang angeordnet. Im Normalbetrieb der Einwellenanlage wird die elektrische Energie in ein elektrisches Netz eingespeist und der Strang rotiert mit einer Drehzahl, die der Nenndrehzahl der Einwellenanlage entspricht, wie beispielsweise 50 Hz oder 60 Hz. Bei einem Störfall, insbesondere bei einem Abfall der an dem Generator angeschlossenen elektrischen Last, kann die Drehzahl auf Werte oberhalb der Nenndrehzahl ansteigen. Wenn die Drehzahl eine kritische Drehzahl erreicht, wird die Einwellenanlage mechanisch und thermisch übermäßig belastet, was in einer Verkürzung der Lebensdauer der Einwellenanlage resultiert.

**[0003]** Bei Erreichen einer Grenzwertdrehzahl greift eine Überdrehzahlschutzeinrichtung, die ein weiteres Ansteigen der Drehzahl des Strangs unterbindet, wobei die Grenzwertdrehzahl herkömmlich derart gewählt wird, dass sie zwischen der Nenndrehzahl und der kritischen Drehzahl liegt. Herkömmlich wird die Überdrehzahlschutzeinrichtung überprüft, indem die Einwellenanlage in einem Testbetrieb betrieben wird, bei dem die Grenzwertdrehzahl gegenüber der Grenzwertdrehzahl im Normalbetrieb abgesenkt wird, um dadurch während des Testbetriebs eine übermäßige Belastung der Einwellenanlage zu vermeiden.

**[0004]** Wünschenswert wäre es jedoch im Testbetrieb die gleiche Grenzwertdrehzahl wie im Normalbetrieb zu verwenden. Ein solcher Test ist zudem in einigen Ländern, wie beispielsweise in Südkorea, zwingend vorgeschrieben.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Einwellenanlage zu schaffen, wobei das Verfahren nicht zu einer übermäßigen Belastung der Einwellenanlage führt.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Gasturbine und eine Dampfturbine aufweisenden Einwellenanlage weist folgende Schritte auf: a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine, wobei die erste Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Welle der Einwellenanlage angebrachte Markierung und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; b) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der ersten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass

die gemessene Drehzahl der Dampfturbine eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Dampfturbine die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Dadurch, dass die tatsächliche Drehzahl der Dampfturbine niedriger als deren gemessene Drehzahl ist, kann während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung das Erreichen einer kritischen Drehzahl vorteilhaft vermieden werden, wodurch eine übermäßige Belastung der Einwellenanlage unterbunden wird. Das Erreichen der kritischen Drehzahl kann vorteilhaft selbst dann vermieden werden, wenn während des Prüfens für die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl die gleiche Dampfturbinengrenzwertdrehzahl wie im Normalbetrieb der Einwellenanlage eingesetzt wird. Zudem ist das Verfahren einfach durchführbar, weil ausgehend vom Normalbetrieb für das Prüfen der Überdrehzahlschutzeinrichtung außer dem Erhöhen der Anzahl der Markierungen keine weiteren Änderungen an der Einwellenanlage vorgenommen werden müssen.

**[0007]** Bevorzugt weist das Verfahren die Schritte auf: e) Kuppeln der Dampfturbine mit der Gasturbine derart, dass die tatsächliche Drehzahl der Dampfturbine der tatsächlichen Drehzahl der Gasturbine entspricht; f) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; g) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Damit können vorteilhaft der erste Überdrehzahlschutz und der zweite Überdrehzahlschutz nacheinander überprüft werden.

**[0008]** Alternativ bevorzugt weist das Verfahren die Schritte auf: a1) Bereitstellen einer zweiten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Gasturbine, wobei die zweite Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Welle der Einwellenanlage angebrachte Markierung und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; b1) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der zweiten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der zweiten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; e) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter

Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; f) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Dadurch, dass die tatsächliche Drehzahl der Gasturbine niedriger als deren gemessene Drehzahl ist, kann ein Erreichen einer kritischen Drehzahl der Gasturbine vorteilhaft vermieden werden. Indem zwei verschiedene Drehzahlmesseinrichtungen zum Messen der Drehzahlen der Dampfturbine und der Gasturbine vorgesehen sind, können der erste und der zweite Überdrehzahlschutz unabhängig davon geprüft werden, ob die Dampfturbine mit der Gasturbine gekuppelt ist oder nicht. Durch die höhere Gasturbinengrenzwertdrehzahl im Vergleich mit der Dampfturbinengrenzwertdrehzahl können der erste und der zweite Überdrehzahlschutz nacheinander und damit unabhängig voneinander geprüft werden.

[0009] Es ist bevorzugt, dass die Dampfturbine mittels einer Kupplung an die Einwellenanlage gekuppelt ist, wobei die Kupplung einkuppelt, sobald die Dampfturbine die Gasturbine überholen würde, und auskuppelt, wenn die Drehzahl der Dampfturbine kleiner als die der Gasturbine ist, wobei Schritt c) derart durchgeführt wird, dass die Dampfturbine schneller als die Gasturbine beschleunigt wird, wodurch die Kupplung eingekuppelt bleibt. Die Gasturbine und die Dampfturbine rotieren somit mit der gleichen Drehzahl, während die Dampfturbine auf ihren Dampfturbinengrenzwert beschleunigt, und es ist somit vorteilhaft sichergestellt, dass dabei die Drehzahl der Gasturbine eine kritische Drehzahl nicht erreicht.

[0010] Bevorzugt weist das Verfahren den Schritt auf: d1) Unterbrechen des Massenstroms des in die Dampfturbine eingeleiteten Dampfs in dem Fall, dass der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Alternativ ist auch denkbar, den Massenstrom des Dampfs lediglich abzusenken, um damit die Drehzahl der Dampfturbine unterhalb einer kritischen Drehzahl zu halten. Das Unterbrechen oder Absenken des Massenstroms des Dampfs wird dazu führen, dass die Kupplung auskuppelt und die Gasturbine somit unabhängig von der Dampfturbine rotiert. Beim Prüfen des zweiten Überdrehzahlschutzes wird somit lediglich die Gasturbine beschleunigt, wodurch die Belastung der Dampfturbine gering ist.

[0011] Bevorzugtermaßen weist die Einwellenanlage einen Generator auf, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist. Dadurch ist die mechanische und thermische Belastung der Einwellenanlage während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung gering. Zudem können dadurch kritische Drehzahlen vermieden werden, weil auch ein Abwerfen der Last nicht erfolgen kann, was in einem starken Ansteigen der Drehzahl der Einwellenanlage resultieren würde.

[0012] Das Verfahren weist bevorzugt den Schritt auf: h) Entfernen der in Schritten b) und/oder b1) hinzugefügten Markierungen. Sollte dieser Schritt vergessen werden, bevor die Einwellenanlage nach dem Prüfen der Überdrehzahlschutzeinrichtung wieder im Normalbetrieb betrieben wird, so stellt dies kein Sicherheitsrisiko

dar, weil die tatsächliche Drehzahl der Einwellenanlage eine kritische Drehzahl nicht erreichen kann.

[0013] Im Folgenden wird anhand der beigefügten schematischen Zeichnung das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Die Figur zeigt eine schematische Ansicht einer Einwellenanlage.

[0014] Wie es aus der Figur ersichtlich ist, weist eine Einwellenanlage 1 eine Gasturbine 2, eine Dampfturbine 3 und einen elektrischen Generator 4 auf. Die Gasturbine 2 und die Dampfturbine 3 dienen zur Erzeugung von Rotationsenergie, wobei die Rotationsenergie in dem Generator 4 in elektrische Energie umgewandelt wird. Der Generator 4 ist zwischen der Gasturbine 2 und der Dampfturbine 3 angeordnet. Die Gasturbine 2 weist eine Gasturbinenwelle 5 und die Dampfturbine 3 weist eine Dampfturbinenwelle 6 auf. In der Figur ist dargestellt, dass der Generator 4 und die Gasturbine 2 zusammen auf der Dampfturbinenwelle 5 angeordnet sind. Es ist jedoch ebenfalls denkbar, dass für den Generator 4 eine separate Generatorwelle vorgesehen wird, die mittels einer Kupplung an die Gasturbinenwelle 5 gekuppelt ist.

[0015] In der Figur ist dargestellt, dass ein elektrischer Verbraucher 10 mittels eines Schalters 9 an einen elektrischen Anschluss 8 des Generators 4 angeschlossen ist. Vor dem Anfahren der Einwellenanlage wird zum Prüfen der Überdrehzahlschutzeinrichtung der Schalter 9 geöffnet, so dass keine elektrische Last auf den Generator 4 wirkt.

[0016] Die Dampfturbinenwelle 6 ist mittels einer Kupplung 7 mit der Gasturbinenwelle 5 verbunden. Die Kupplung 7 ist derart eingerichtet, dass sie einkuppelt, wenn die Dampfturbine 3 die Gasturbine 2 überholt, was bedeutet, dass die Drehzahl der Dampfturbine 3 höher als die Drehzahl der Gasturbine 2 ist. Sobald die Kupplung 7 eingekuppelt ist, rotieren die Gasturbine 2 und die Dampfturbine 3 mit der gleichen Drehzahl. Die Kupplung 7 ist weiterhin eingerichtet, dass sie auskuppelt, wenn die Dampfturbine 3 langsamer als die Gasturbine 2 dreht. Die Kupplung 7 kann beispielsweise eine SSS-Kupplung sein.

[0017] Beim Anfahren der einen Einwellenanlage 1 wird zunächst die Gasturbine 2 beschleunigt, wobei die Kupplung 7 ausgekuppelt ist. Die Abwärme der Gasturbine 2 wird benutzt, um die Dampfturbine 3 anzutreiben. Sobald die Dampfturbine 3 ebenfalls beschleunigt ist, kuppelt die Kupplung 7 ein.

[0018] Die Einwellenanlage weist eine erste Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine 3 auf. Die erste Drehzahlmesseinrichtung weist mindestens eine an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung und eine ortsfeste erste Abtastvorrichtung auf, mittels der die an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der ersten Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird. Indem nun mittels der ersten Abtastvorrichtung in einem vorgegeben Zeitintervall gemessen wird, wie oft die mindestens eine an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei be-

wegt wird, kann bei Kenntnis der Anzahl der an der an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen die Drehzahl der Dampfturbinenwelle bestimmt werden.

**[0019]** Die an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen sind derart eingerichtet, dass deren Anzahl ohne weiteres erhöhbar oder erniedrigbar ist. Wird nun die Anzahl der an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen erhöht, jedoch beim Bestimmen der Drehzahl angenommen, dass die Anzahl der an die Dampfturbinenwelle 6 angebrachten Markierungen gleich geblieben ist, so ist die mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl größer als die tatsächliche Drehzahl.

**[0020]** Die Dampfturbinenwelle 6 kann beispielsweise ein Nutrad aufweisen und die Zähne oder die Nuten des Nutrads können die Markierungen sein.

**[0021]** Beispielsweise kann die Dampfturbinenwelle 6 zehn Streifen aufweisen. In dem Verfahren zum Prüfen der Überdrehzahlschutzeinrichtung werden zwei weitere Streifen hinzugefügt, beim Bestimmen der Drehzahl wird jedoch angenommen, dass lediglich zehn Streifen vorliegen. Misst nun die erste Abtastvorrichtung, dass 600 Streifen pro Sekunde an ihr vorbei bewegt werden, so ergibt sich eine gemessene Drehzahl von 60 Umdrehungen/s (60 Hz), wobei die tatsächliche Drehzahl 50 Umdrehungen/s (50 Hz) beträgt.

**[0022]** In einer Ausführungsform weist die Einwellenanlage eine zweite Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Gasturbine 3 auf. Die zweite Drehzahlmesseinrichtung weist mindestens eine an der Gasturbinenwelle 5 angebrachte Markierung und eine ortsfeste zweite Abtastvorrichtung auf, mittels der die an der Gasturbinenwelle 5 angebrachte Markierung detektierbar ist, wenn sie an der zweiten Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird. Darüber hinaus ist die zweite Drehzahlmesseinrichtung analog zu der ersten Drehzahlmesseinrichtung eingerichtet.

**[0023]** Um ein Ansteigen der Drehzahl der Einwellenanlage 1 auf einen kritischen Wert zu vermeiden, weist die Einwellenanlage 1 eine Überdrehzahlschutzeinrichtung auf. Die Überdrehzahlschutzeinrichtung ist dabei derart eingerichtet, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Dampfturbine 3 eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, und ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Gasturbine 2 eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht. Bei einem Auslösen des ersten Überdrehzahlschutzes kann beispielsweise der Massenstrom des Dampfs unterbrochen werden. Bei einem Auslösen des zweiten Überdrehzahlschutzes kann der Massenstrom des Brennstoffs unterbrochen werden.

**[0024]** Anhand von zwei Beispielen wird im Folgenden das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

**[0025]** In einem ersten Beispiel wird das Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Gasturbine 2, eine Dampfturbine 3 und einen Generator 4, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist, aufweisenden Einwellenanlage 1 mit den folgenden

Schritten durchgeführt: a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine 3, wobei die erste Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Welle 6 der Einwellenanlage 1 angebrachte Markierung in Form von Zähnen eines Nutrads der Welle 6 und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der der mindestens eine Zahn detektierbar ist, wenn der Zahn an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; a1) Kuppeln der Dampfturbine 3 mit der Gasturbine 2 derart, dass die tatsächliche Drehzahl der Dampfturbine 3 der tatsächlichen Drehzahl der Gasturbine 2 entspricht; b) Erhöhen der Anzahl der Zähne der ersten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird; f) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine 2 eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine 2 die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; g) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.

**[0026]** In einem zweiten Beispiel wird das Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer Gasturbine 2, eine Dampfturbine 3 und einen Generator 4, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist, aufweisenden Einwellenanlage 1, wobei die die Dampfturbinenwelle 6 mittels einer Kupplung 7 an die Gasturbinenwelle gekuppelt ist, wobei die Kupplung 7 einkuppelt, sobald die Dampfturbine 3 die Gasturbine überholt 2, und auskuppelt, wenn die Drehzahl der Dampfturbine 3 kleiner als die der Gasturbine 2 ist, mit den folgenden Schritten durchgeführt: a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Dampfturbine 3, wobei die erste Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Dampfturbinenwelle 6 der Einwellenanlage 1 angebrachte Markierung und eine ortsfeste erste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die an der Dampfturbinenwelle 6 angebrachte Markierung an der ersten Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird; a1) Bereitstellen einer zweiten Drehzahlmesseinrichtung zum Messen der Drehzahl der Gasturbine 2, wobei die zweite Drehzahlmesseinrichtung mindestens eine an der Gasturbinenwelle 5 der Einwellenanlage 1

angebrachte Markierung und eine ortsfeste zweite Ab-  
tastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine  
Markierung detektierbar ist, wenn die an der Gasturbi-  
nenwelle 5 angebrachte Markierung an der zweiten Ab-  
tastvorrichtung vorbei bewegt wird; b) Erhöhen der An-  
zahl der Markierungen der ersten Drehzahlmesseinrich-  
tung, wodurch die mittels der ersten Drehzahlmessein-  
richtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche  
Drehzahl wird; b1) Erhöhen der Anzahl der Markierungen  
der zweiten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mit-  
tels der zweiten Drehzahlmesseinrichtung gemessene  
Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird, wobei  
die erste Drehzahlmesseinrichtung und die zweite Dreh-  
zahlmesseinrichtung jeweils die gleiche Anzahl an Mar-  
kierungen sowohl vor als nach dem Erhöhen der jewei-  
ligen Anzahl aufweisen; c) Erhöhen des Massenstroms  
des in die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs und/oder  
des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart,  
dass die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 eine  
Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die  
Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist,  
dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, so-  
bald die gemessene Drehzahl der Dampfturbine 3 die  
Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei das  
Erhöhen der Massenströme derart durchgeführt wird,  
dass die Dampfturbine 3 schneller als die Gasturbine 2  
beschleunigt wird, wodurch die Kupplung 7 eingekuppelt  
bleibt; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz aus-  
gelöst wird; d1) Unterbrechen des Massenstroms des in  
die Dampfturbine 3 eingeleiteten Dampfs in dem Fall,  
dass der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, wo-  
durch die Kupplung 7 auskuppelt; e) Erhöhen des Mas-  
senstroms des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brenn-  
stoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gastur-  
bine 2 eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die  
höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wo-  
bei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerich-  
tet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst  
wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine 2  
die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; f) Prüfen, ob  
der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.

**[0027]** Bei beiden Ausführungsbeispielen kann die  
Dampfturbinengrenzwertdrehzahl 106% bis 108% der  
Nenn Drehzahl betragen und die Gasturbinengrenzwert-  
drehzahl 0,1% bis 0,5% größer als die Dampfturbinen-  
grenzwertdrehzahl sein.

**[0028]** Obwohl die Erfindung im Detail durch die be-  
vorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und be-  
schrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die of-  
fenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variatio-  
nen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden,  
ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutz-  
einrichtung einer Gasturbine (2) und eine

Dampfturbine (3) aufweisenden Einwellenanlage (1)  
mit den Schritten:

- a) Bereitstellen einer ersten Drehzahlmessein-  
richtung zum Messen der Drehzahl der Dampf-  
turbine (3), wobei die erste Drehzahlmessein-  
richtung mindestens eine an der Welle (6) der  
Einwellenanlage (1) angebrachte Markierung  
und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist,  
mittels der die mindestens eine Markierung de-  
tektierbar ist, wenn die Markierung an der Ab-  
tastvorrichtung vorbei bewegt wird;
- b) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der  
ersten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die  
mittels der ersten Drehzahlmesseinrichtung ge-  
messene Drehzahl höher als die tatsächliche  
Drehzahl wird;
- c) Erhöhen des Massenstroms des in die  
Dampfturbine (3) eingeleiteten Dampfs  
und/oder des in die Gasturbine (2) eingeleiteten  
Brennstoffs derart, dass die gemessene Dreh-  
zahl der Dampfturbine (3) eine Dampfturbinen-  
grenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Über-  
drehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet  
ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausge-  
löst wird, sobald die gemessene Drehzahl der  
Dampfturbine (3) die Dampfturbinengrenzwert-  
drehzahl erreicht;
- d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz aus-  
gelöst wird.

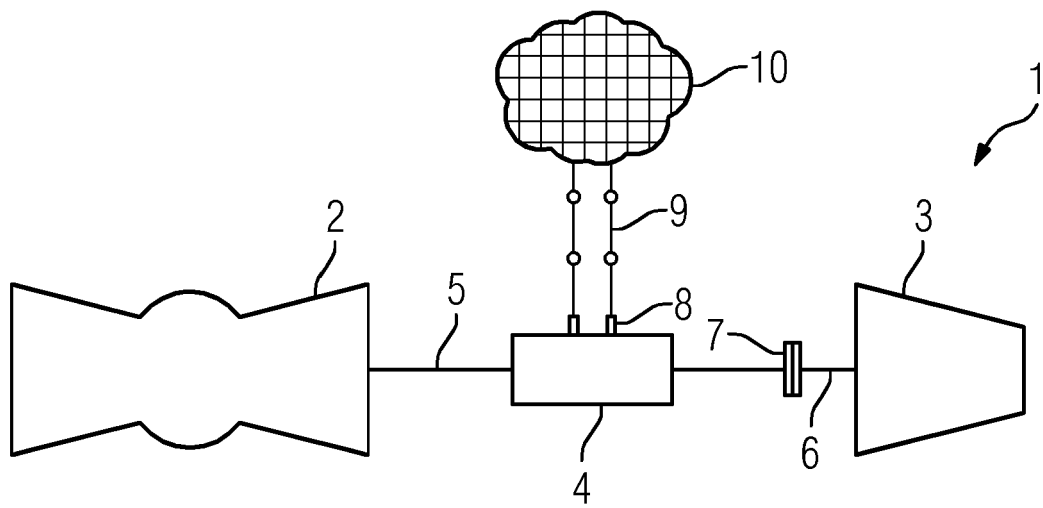
## 2. Verfahren gemäß Anspruch 1 mit den Schritten:

- e) Kuppeln der Dampfturbine (3) mit der Gas-  
turbine (2) derart, dass die tatsächliche Dreh-  
zahl der Dampfturbine (3) der tatsächlichen  
Drehzahl der Gasturbine (2) entspricht;
- f) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampf-  
turbine (3) eingeleiteten Dampfs und/oder des  
in die Gasturbine (2) eingeleiteten Brennstoffs  
derart, dass die gemessene Drehzahl der Gas-  
turbine (2) eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl  
erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzw-  
ertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschut-  
zeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein  
zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, so-  
bald die gemessene Drehzahl der Gasturbine  
(2) die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht;
- g) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz  
ausgelöst wird.

## 3. Verfahren gemäß Anspruch 1 mit den Schritten:

- a1) Bereitstellen einer zweiten Drehzahlmess-  
einrichtung zum Messen der Drehzahl der Gas-  
turbine (2), wobei die zweite Drehzahlmessein-  
richtung mindestens eine an der Welle (5) der  
Einwellenanlage (1) angebrachte Markierung

- und eine ortsfeste Abtastvorrichtung aufweist, mittels der die mindestens eine Markierung detektierbar ist, wenn die Markierung an der Abtastvorrichtung vorbei bewegt wird;
- b1) Erhöhen der Anzahl der Markierungen der zweiten Drehzahlmesseinrichtung, wodurch die mittels der zweiten Drehzahlmesseinrichtung gemessene Drehzahl höher als die tatsächliche Drehzahl wird; 5
- e) Erhöhen des Massenstroms des in die Dampfturbine (3) eingeleiteten Dampfs und/oder des in die Gasturbine (2) eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die gemessene Drehzahl der Gasturbine (2) eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die gemessene Drehzahl der Gasturbine (2) die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; 10 15 20
- f) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, 25  
wobei die Dampfturbine (3) mittels einer Kupplung (7) an die Einwellenanlage (1) gekuppelt ist, wobei die Kupplung (7) einkuppelt, sobald die Dampfturbine (3) die Gasturbine überholt (2), und auskuppelt, wenn die Drehzahl der Dampfturbine (3) kleiner als die der Gasturbine (2) ist, wobei Schritt c) derart durchgeführt wird, dass die Dampfturbine (3) schneller als die Gasturbine (2) beschleunigt wird, wodurch die Kupplung (7) eingekuppelt bleibt. 30 35
5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, mit dem Schritt:
- d1) Unterbrechen des Massenstroms des in die Dampfturbine (3) eingeleiteten Dampfs in dem Fall, dass der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. 40
6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, 45  
wobei die Einwellenanlage (1) einen Generator (4) aufweist, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist.
7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, mit dem Schritt: 50
- h) Entfernen der in Schritten b) und/oder b1) hinzugefügten Markierungen. 55





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 13 18 4821

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) |
| A                                                                         | US 5 199 256 A (MOORE JAMES H [US])<br>6. April 1993 (1993-04-06)<br>* Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 22;<br>Abbildung 1 * | 1-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | INV.<br>F01D21/00<br>F01D21/02     |
| A                                                                         | EP 2 372 108 A2 (GEN ELECTRIC [US])<br>5. Oktober 2011 (2011-10-05)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 *                          | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
|                                                                           |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                           |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | F01D                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |
| Recherchenort                                                             |                                                                                                                                  | Abschlußdatum der Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prüfer                             |
| München                                                                   |                                                                                                                                  | 25. Februar 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Avramidis, Pavlos                  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                         |                                                                                                                                  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 18 4821

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.

25-02-2014

10

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 5199256 A                                       | 06-04-1993                    | KEINE                             |                               |
| EP 2372108 A2                                      | 05-10-2011                    | EP 2372108 A2                     | 05-10-2011                    |
|                                                    |                               | JP 2011197007 A                   | 06-10-2011                    |
|                                                    |                               | US 2011232297 A1                  | 29-09-2011                    |

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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