

(19)



(11)

EP 2 848 771 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

18.03.2015 Patentblatt 2015/12

(51) Int Cl.:

F01D 21/00 ^(2006.01)**F01D 21/02** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **13184814.5**(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)**

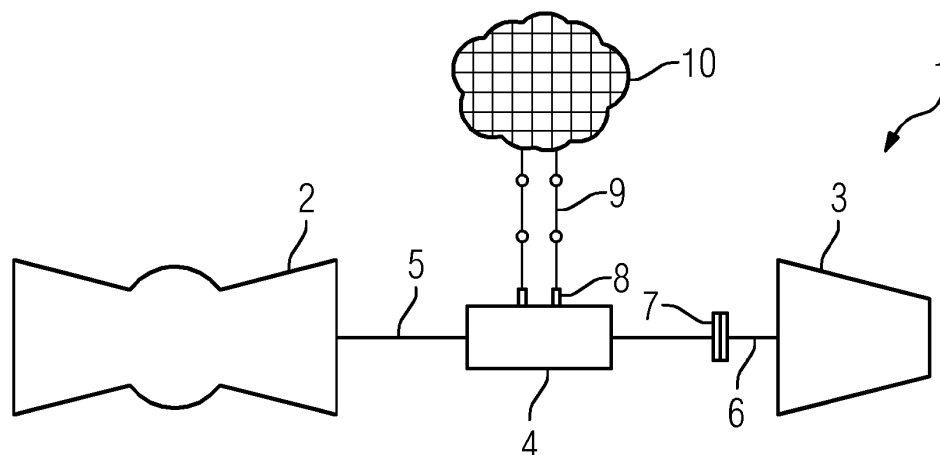
(72) Erfinder:

- **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: b) Betreiben der Einwellenanlage (1) derart, dass kein Dampf in die Dampfturbine (3) geleitet wird und die Gasturbine (2) die Dampfturbine (3) antreibt; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Gasturbine (2) eingeleiteten Brennstoffs derart,

dass die Drehzahl der Einwellenanlage (1) eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Einwellenanlage (1) die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.

**EP 2 848 771 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 einer Dampfturbine aufweisenden Einwellenanlage weist die Schritte auf: b) Betreiben der Einwellenanlage derart, dass kein Dampf in die Dampfturbine geleitet wird und die Gasturbine die Dampfturbine antreibt; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die Drehzahl der Einwellenanlage eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Einwellenanlage die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Indem kein Dampf in die Dampfturbine geleitet wird, ist die thermische Belastung der Dampfturbine während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung gering, wodurch die

Einwellenanlage eine lange Lebensdauer hat. Zudem ist das Verfahren einfach durchführbar, weil zum Erreichen der Dampfturbinengrenzwertdrehzahl lediglich der Massenstrom des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs geregelt wird.

[0007] Bevorzugt wird das Verfahren mit den Schritten durchgeführt: e) Erhöhen des Massenstroms des in die Gasturbine eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die Drehzahl der Einwellenanlage eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Einwellenanlage die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; f) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. Indem die Gasturbinengrenzwertdrehzahl höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, kann somit das Prüfen des zweiten Überdrehzahlschutzes nach erfolgter Prüfung des ersten Überdrehzahlschutzes und unabhängig von dieser Prüfung durchgeführt werden.

[0008] Das Verfahren weist bevorzugt den Schritt auf: a) Evakuieren der Dampfturbine. Befindet sich während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung ein Gas in Dampfturbine, so wird dieses von dem Rotor der Dampfturbine in Bewegung gesetzt, was in einer Freisetzung einer sogenannten Ventilationswärme resultiert. Die Ventilationswärme kann zu einer starken thermischen Belastung der Dampfturbine führen, wobei die starke thermische Belastung zu einer Verkürzung der Lebensdauer der Dampfturbine führt. Indem die Dampfturbine evakuiert wird, wird die Bildung der Ventilationswärme vorteilhaft unterbunden, wodurch die Lebensdauer der Dampfturbine der Einwellenanlage lang ist.

[0009] Die Einwellenanlage weist bevorzugt einen Generator auf, an dem keine elektrische Last angeschlossen ist. Indem die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl und die Gasturbinengrenzwertdrehzahl durch Erhöhen des Massenstroms des Brennstoffs und/oder des Dampfs erreicht wird und nicht etwa durch ein Abwerfen der elektrischen Last, können die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl und die Gasturbinengrenzwertdrehzahl vorteilhaft langsam angefahren werden und eine kritische Drehzahl der Einwellenanlage vorteilhaft vermieden werden. Dadurch kann eine übermäßige mechanische und thermische Belastung der Einwellenanlage während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung vermieden werden, wodurch die Lebensdauer der Einwellenanlage lang ist. Die übermäßige Belastung kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren selbst dann vermieden werden, wenn für die Gasturbinengrenzwertdrehzahl und die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl die gleichen Grenzwertdrehzahlen wie im Normalbetrieb der Einwellenanlage eingesetzt werden.

[0010] Im Folgenden wird anhand der beigefügten schematischen Zeichnung das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Die Figur zeigt eine schematische Ansicht einer Einwellenanlage.

[0011] 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 4 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 6 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.

[0012] Die Figur zeigt, dass die Dampfturbinenwelle 6 mittels einer Kupplung 7 mit der Gasturbinenwelle 5 verbunden. Für den Normalbetrieb ist die Kupplung 7 derart eingerichtet, dass die Kupplung 7 einkuppelt, sobald die Dampfturbine 3 die Gasturbine 2 überholt, und auskuppelt, wenn die Drehzahl der Dampfturbine 3 kleiner als die der Gasturbine 2 ist. Die Kupplung 7 kann beispielsweise eine SSS-Kupplung sein. Ausgehend davon wird in einem Testbetrieb zum Prüfen der Überdrehzahleinrichtung die Kupplung 7 derart verändert, dass die Gasturbine 2 die Dampfturbine 3 antreiben kann, so dass die Gasturbine 2 und die Dampfturbine 3 mit der gleichen Drehzahl drehen. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Kupplung 7 mechanisch blockiert wird. Alternativ ist denkbar, dass für den Testbetrieb die Kupplung 7 ausgebaut wird und durch eine Zwischenwelle ersetzt wird, mittels der die Gasturbinenwelle 5 und die Dampfturbinenwelle 6 fest miteinander verbunden werden.

[0013] 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 zweiten Überdrehzahlschutzes kann der Massenstrom des Brennstoffs und/oder der Massenstrom des Dampfs unterbrochen werden.

[0014] Wenn die Gasturbine 2 und die Dampfturbine 3 bei ihrer Nenndrehzahl rotieren, kann durch Schließen eines Schalters 9 ein elektrischer Verbraucher 10 an einen elektrischen Anschluss 8 des Generators 4 angeschlossen werden. Der Stromverbrauch des Verbrauchers 10 entspricht einer an den Generator 4 angeschlossenen elektrischen Last. Durch Öffnen des Schalters 9 wird sichergestellt, dass während des Prüfens der Überdrehzahlschutzeinrichtung keine elektrische Last an dem Generator 4 angeschlossen ist.

[0015] Anhand eines Beispiels wird im Folgenden das

erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

[0016] Beispielhaft wird das Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer einwellenanlage 1 mit den Schritten durchgeführt: a) Evakuieren der Dampfturbine 3; a1) Einrücken der Kupplung; b) Betreiben der Einwellenanlage 1 derart, dass kein Dampf in die Dampfturbine 3 geleitet wird und das Vakuum in der Dampfturbine 3 aufrecht erhalten wird sowie die Gasturbine 2 die Dampfturbine 3 antreibt, so dass die Gasturbine 2 und die Dampfturbine 3 mit der gleichen Drehzahl rotieren; c) Erhöhen des Massenstroms des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die Drehzahl der Einwellenanlage 1 eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein erster Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Einwellenanlage 1 die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlschutz ausgelöst wird. e) Erhöhen des Massenstroms des in die Gasturbine 2 eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die Drehzahl der Einwellenanlage 1 eine Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die höher als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl ist, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Überdrehzahlschutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der Einwellenanlage 1 die Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht; f) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlschutz ausgelöst wird.

[0017] Dabei kann die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl 106 bis 108 % der Nenndrehzahl betragen und die Gasturbinengrenzwertdrehzahl 0,1 bis 0,5 % größer als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl sein.

[0018] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen einer Überdrehzahlschutzeinrichtung einer einwellenanlage (1) mit den Schritten:

- b) Betreiben der Einwellenanlage (1) derart, dass kein Dampf in die Dampfturbine (3) geleitet wird und die Gasturbine (2) die Dampfturbine (3) antreibt;
- c) Erhöhen des Massenstroms des in die Gasturbine (2) eingeleiteten Brennstoffs derart, dass die Drehzahl der Einwellenanlage (1) eine Dampfturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, wobei die Überdrehzahlschutzeinrichtung derart

eingerrichtet ist, dass ein erster Überdrehzahl-
schutz ausgelöst wird, sobald die Drehzahl der
Einwellenanlage (1) die Dampfturbinengrenz-
wertdrehzahl erreicht;

d) Prüfen, ob der erste Überdrehzahlenschutz aus-
gelöst wird. 5

2. Verfahren gemäß Anspruch 1,
mit den Schritten:

10

e) Erhöhen des Massenstroms des in die Gas-
turbine (2) eingeleiteten Brennstoffs derart,
dass die Drehzahl der Einwellenanlage (1) eine
Gasturbinengrenzwertdrehzahl erreicht, die hö-
her als die Dampfturbinengrenzwertdrehzahl 15
ist, wobei die Überdrehzahlenschutzeinrichtung
derart eingerichtet ist, dass ein zweiter Über-
drehzahlenschutz ausgelöst wird, sobald die Dreh-
zahl der Einwellenanlage (1) die Gasturbinen-
grenzwertdrehzahl erreicht; 20

f) Prüfen, ob der zweite Überdrehzahlenschutz
ausgelöst wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2,
mit dem Schritt:

25

a) Evakuieren der Dampfturbine (3).

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Einwellenanlage (1) einen Generator (4) 30
aufweist, an dem keine elektrische Last angeschlos-
sen ist.

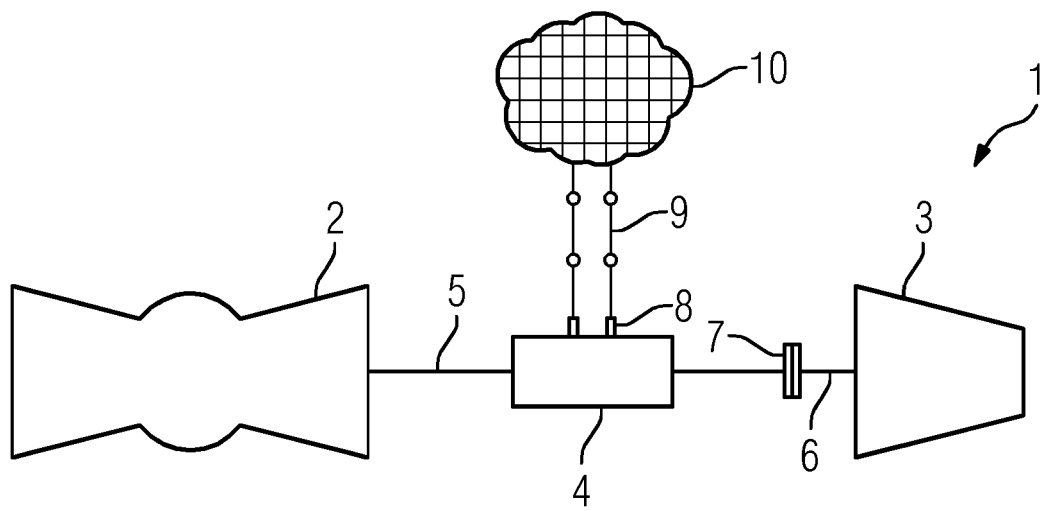
35

40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 4814

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	EP 2 372 108 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 5. Oktober 2011 (2011-10-05) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-4	INV. F01D21/00 F01D21/02
A	EP 0 465 137 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 8. Januar 1992 (1992-01-08) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3b * -----	1-4	
A	WO 2012/001334 A1 (TURBOMECA [FR]; FREALLE JEAN-LUC CHARLES GILBERT [FR]; PERBOS ALAIN MI) 5. Januar 2012 (2012-01-05) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Februar 2014	Prüfer Avramidis, Pavlos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 18 4814

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

24-02-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 2372108	A2	05-10-2011	EP	2372108 A2	05-10-2011
			JP	2011197007 A	06-10-2011
			US	2011232297 A1	29-09-2011

EP 0465137	A1	08-01-1992	CS	9101996 A3	15-01-1992
			EP	0465137 A1	08-01-1992
			JP	3197578 B2	13-08-2001
			JP	H04232311 A	20-08-1992
			US	5301499 A	12-04-1994

WO 2012001334	A1	05-01-2012	CA	2804089 A1	05-01-2012
			CN	102971495 A	13-03-2013
			EP	2588718 A1	08-05-2013
			FR	2962165 A1	06-01-2012
			JP	2013530348 A	25-07-2013
			KR	20130094285 A	23-08-2013
			US	2013098042 A1	25-04-2013
			WO	2012001334 A1	05-01-2012

EPO FORM P0461

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