



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.08.2010 Patentblatt 2010/32

(51) Int Cl.:
F22B 37/42^(2006.01) F01K 23/10^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08017912.0**

(22) Anmeldetag: **13.10.2008**

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

(72) Erfinder:
 • **Bröse, Jörg**
90427 Nürnberg (DE)
 • **Hess, Rudolf**
91056 Erlangen (DE)
 • **Knörlein, Michael**
91080 Marloffstein (DE)
 • **Wille, Andrej**
91058 Erlangen (DE)

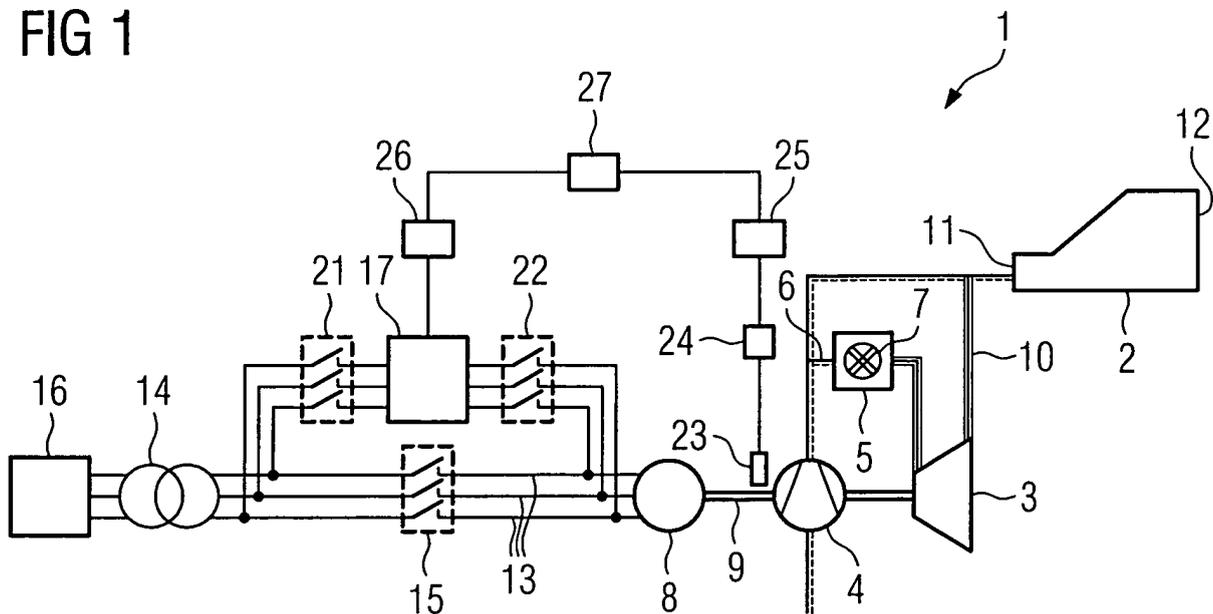
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Verfahren zum Überwachen des Belüftens eines Kamins oder eines Abhitzdampferzeugers**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen des Belüftens eines Kamins oder eines Abhitze-Dampferzeugers für Gasturbinenanlagen, wobei die Gasturbinenanlage einen Verdichter, eine Gasturbine

und einen Generator umfasst und wobei zur Überwachung eine Gasturbinendrehzahl verwendet wird, wobei weiterhin ein diversitäres Kriterium zur Überwachung verwendet wird.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum fehlersicheren Überwachen des Belüftens eines Kamins oder eines Abhitzedampferzeugers.

[0002] Durch Ansammlungen von Resten unverbrannten Brennstoffs aus der einem Dampferzeuger vorgeschalteten Gasturbine kann sich ein zündfähiges Gemisch bilden, welches bei Vorhandensein einer entsprechenden Zündquelle explodieren kann.

[0003] Zur Gefahrenabwehr und häufig auch durch gesetzliche Regelungen vorgeschrieben wird bei Verdacht auf Vorhandensein von Brennstoffresten im Abgasweg oder Dampferzeuger vor dem Zünden der Brenner der Gasturbine das sogenannte Kamin- oder Kesselbelüften, auch "Purging" genannt, durchgeführt. Hierbei fungiert der Verdichter der Gasturbine, angetrieben durch den als Motor betriebenen Generator, als Lüfter. Um ein Explosionsrisiko ausschließen zu können, muss über einen ausreichend langen Zeitraum ein Mindestluftstrom durch den Abgasweg/Dampferzeuger gefördert werden.

[0004] Das Kamin- oder Kesselbelüften muss überwacht werden, damit sicher davon ausgegangen werden kann, dass die entsprechende Verdünnung bzw. das Ausblasen von Nestern mit zündfähigen Gemischen tatsächlich stattgefunden hat.

[0005] Der mit dem Verdichter der Gasturbine, angetrieben durch den als Motor betriebenen Generator, erreichbare Luftmassenstrom ist zu gering, als dass diese primäre verfahrenstechnische Größe rein messtechnisch zur Überwachung herangezogen werden könnte.

[0006] Bisher wurde zur Überwachung des Kamin- oder Kesselbelüftens die Gasturbinendrehzahl als alleiniges Kriterium für den rotierenden Verdichter über die Dauer des Kamin- oder Kesselbelüftens herangezogen. Mit einem in die Turbinenwelle eingefrästen Zahnprofil wird eine Frequenz erzeugt, die proportional der Drehzahl ist. Mit drei berührungsfreien Magnetfeldsonden wird die Frequenz in Form eines Pulssignals erfasst, jedes dieser Signale wird im Gasturbinenregler eingelesen. Über eine 1-von-3-Auswahl wird der mittlere der Werte ausgewählt und als repräsentativer Drehzahlwert verwendet, von dem eine nachgeschaltete Grenzwertbildung (Drehzahlwert > Drehzahlsollwert für das Kamin- oder Kesselbelüften) erfolgt.

[0007] Die Aufbereitung des Drehzahlsignals erfolgt in einem normalen Leittechniksystem (Basic Process Control System im Sinne der Norm der internationalen elektrotechnischen Kommission IEC 61511) und genügt nicht den Ansprüchen der Fehlersicherheit oder Anforderungen \geq SIL1 (safety integrity level, Sicherheitsanforderungsstufe, im Sinne der IEC 61508 / IEC 61511). Die Sicherheitsanforderungsstufen dienen der Beurteilung elektrischer / elektronischer / programmierbar elektronischer (E/E/PE)-Systeme in Bezug auf die Zuverlässigkeit von Sicherheitsfunktionen. Aus dem angestrebten Level ergeben sich die sicherheitsgerichteten Konstruktionsprinzipien, die eingehalten werden müssen, damit das

Risiko einer Fehlfunktion minimiert werden kann.

[0008] Es gibt vier diskrete Stufen zur Spezifizierung der Anforderung für die Sicherheitsintegrität von Sicherheitsfunktionen, die dem E/E/PE-sicherheitsbezogenen System zugeordnet werden, wobei der Sicherheits-Integritätslevel 4 die höchste Stufe der Sicherheitsintegrität und der Sicherheits-Integritätslevel 1 die niedrigste darstellt. Bei Systemen, die keinerlei Sicherheitsanforderungen genügen müssen, ist die Bezeichnung Sicherheits-Integritätslevel 0 üblich.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens zum fehlersicheren Belüften eines Kamins oder eines Abhitzedampferzeugers.

[0010] Erfindungsgemäß wird die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Überwachen des Belüftens eines Kamins oder eines Abhitzedampferzeugers für Gasturbinenanlagen, wobei die Gasturbinenanlage einen Verdichter, eine Gasturbine und einen Generator umfasst und wobei zur Überwachung eine Gasturbinendrehzahl verwendet wird, wobei weiterhin ein diversitäres Kriterium zur Überwachung verwendet wird.

[0011] Die Erfindung beruht demnach auf dem Gedanken, die Überwachung des Kamin- oder Kesselbelüftens durch Heranziehen weiterer, unabhängiger Kriterien sicherer zu machen, indem die eingesetzten Gerätetechniken diversitär zur Gerätetechnik sind, in der das Turbinen-Drehzahlsignal für die übrigen Regelungs- und Steuerungszwecke aufbereitet wird. Somit steht ein redundantes Steuersystem zur Verfügung, mit dem die Ergebnisse über unabhängige Wege ermittelt werden.

[0012] Hierzu bietet sich vorteilhafterweise ein Betriebssignal des Anfahrumsrichters an, welcher den Generator als drehzahlveränderlichen Antrieb während des Kamin- oder Kesselbelüftens ansteuert. Besonders zweckmäßig ist die Verwendung der Frequenz, mit der der Anfahrumsrichter den Ständerstrom des Generators speist. Der Anfahrumsrichter ermittelt nämlich aus der dreiphasigen Ständerspannung des Generators die Drehzahl und die aktuelle Polradlage des Generatorläufers. Aus der Frequenz der Ständerspannung errechnet er unter Berücksichtigung der Drehzahl-Differenz (Schlupf) zwischen Ständerdrehfeld (Stator) und Läufer (Rotor) einen Drehzahlwert für seine interne Drehzahlregelung. Die vom Anfahrumsrichter kontrollierte Drehzahl ist dabei direkt proportional zur Turbinen-Drehzahl.

[0013] Vorteilhafterweise wird die Frequenz mit einem Grenzwert verglichen und bei Überschreiten des Grenzwerts wird dieser als diversitäres Kriterium verwendet. Dadurch dass das Grenzwertsignal aus dem Anfahrumsrichter, der über den getakteten Ständerstrom die Drehzahl des Generators kontrolliert, als diversitäres Kriterium herangezogen wird, stellt man sicher, dass das Belüften auch mit einem wirksamen Luftdurchsatz erfolgt.

[0014] Vorteilhafterweise liegt der Grenzwert oberhalb 500 U/min..

[0015] Vorteilhafterweise liegt der Grenzwert bei 600 U/min..

[0016] Sowohl der Drehzahlgrenzwert aus dem normalen Leittechniksystem als auch das diversitäre Kriterium aus dem Anfahrumschalter werden über diversitäre Übertragungswege einem fehlersicheren Automatisierungssystem (Kesselschutz) zur Überwachung des Kamin- oder Kesselbelüftens übergeben.

[0017] Durch die Auswertung von diversitären Kriterien, welche in diversitären normalen Leittechniksystemkomponenten (Basic Process Control System im Sinne der IEC 61511) aufbereitet und über diversitäre Übertragungswege an ein fehlersicheres Automatisierungssystem übergeben werden, sind Anforderungen erfüllt, welche für eine Sicherheitsfunktion mit Eignung bis zur Kategorie SIL2 gemäß IEC 61508 erforderlich sind.

[0018] Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, dass die Robustheit gegen zufällige und systematische Fehler verbessert wird und die Versagenswahrscheinlichkeit im Anforderungsfalle (PFD = probability of failure on demand, mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers bei Anforderung der Sicherheitsfunktion) geeignet für \geq SIL1 (IEC61508) ist, wobei lediglich vorhandene Signale und Gerätetechniken verwendet werden und keine zusätzlichen Sondergeräte erforderlich sind.

[0019] Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt schematisch und nicht maßstäblich:

FIG 1 eine schematische Ansicht einer Gasturbinenanlage mit nachgeschaltetem Abhitzedampferzeuger und

FIG 2 Prinzip eines Umrichters.

[0020] Die Kraftwerksanlage gemäß der FIG 1 ist als Gasturbinenanlage 1 mit nachgeschaltetem Abhitzedampferzeuger 2 ausgestaltet und umfasst eine Gasturbine 3 mit angekoppeltem Luftverdichter 4 und eine der Gasturbine 3 vorgeschaltete Brennkammer 5, die an eine Druckluftleitung 6 des Verdichters 4 angeschlossen ist. Die Brennkammer 5 weist einen Brenner 7 auf. Die Gasturbine 3 und der Verdichter 4 sowie eine Generator 8 sind auf einer gemeinsamen Welle 9 angeordnet. Zum Zuführen von in der Gasturbine 3 entspanntem Arbeitsmittel oder Rauchgas in den Abhitzedampferzeuger 2 ist eine Abgasleitung 10 an einen Eingang 11 des Abhitzedampferzeugers 2 angeschlossen. Das entspannte Arbeitsmittel aus der Gasturbine 3 verlässt den Abhitzedampferzeuger 2 über dessen Ausgang 12 in Richtung auf einen nicht näher dargestellten Kamin.

[0021] Im Betrieb der Anlage wird die Gasturbine 3 durch ein Arbeitsmedium aus der Brennkammer 5 angetrieben und treibt ihrerseits den Generator 8 an, welcher wiederum über die elektrischen Leitungen 13 und den Transformator 14 mit dem geschlossenen Leistungsschalter 15 elektrische Leistung in das Stromnetz 16 einspeist.

[0022] Um die Welle des Gasturbosatzes nach dem Stillstand wieder auf Nenndrehzahl zu beschleunigen kommt ein Anfahrumschalter 17 zum Einsatz, der den Läu-

fer des Generators 8 im synchronen Frequenzanlauf beschleunigt, FIG 2. Dazu entnimmt er aus dem elektrischen Eigenbedarf des Kraftwerkes Energie und speist damit über den geschlossenen Schalter 21 an den Klemmen 28, 29, 30 den Netzstromrichter 18, der im Gleichrichterbetrieb arbeitet. Als Energiespeicher dient eine Zwischenkreisdrossel 19, die eine Entkopplung der speisenden Netzfrequenz von der variablen Generatorfrequenz ermöglicht. Der Maschinenstromrichter 20 arbeitet als Wechselrichter, entnimmt die Energie aus dem Zwischenkreis 19 und speist über den geschlossenen Schalter 22 in den Ständer des Generators 8 an den Klemmen 31, 32, 33 dreiphasig Ströme ein. Die Ströme der drei Phasen im Ständer des Generators 8 werden dabei von Anfahrumschalter 17 so getaktet, dass der Generatorläufer in seiner Drehzahl beschleunigt wird. Dieses Prinzip wird zum Start der Gasturbine 3 auf Nenndrehzahl aber auch zum Drehen der Verdichters 4 beim Kamin- oder Kesselbelüften angewendet, siehe FIG 1.

[0023] Zum Überwachen des Kamin- oder Kesselbelüftens wird die Gasturbinendrehzahl mit berührungsfreien Magnetfeldsonden 23 erfasst und in den Gasturbinenregler 24 eingelesen. Ein Drehzahlwert wird ermittelt und im Leittechniksystem 25 aufbereitet.

[0024] Die zur Gasturbinendrehzahl diversitären Betriebssignale des Anfahrumschalters 17 werden über die Steuerung 26 des Anfahrumschalters 17 ausgelesen.

[0025] Der Drehzahlwert aus dem Leittechniksystem 25 und das diversitäre Kriterium aus der Steuerung 26 des Anfahrumschalters 17 werden einem Automatisierungssystem 27 zur Überwachung des Kamin- oder Kesselbelüftens übergeben.

35 Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Überwachen des Belüftens eines Kamins oder eines Abhitze-Dampferzeugers für Gasturbinenanlagen, wobei die Gasturbinenanlage einen Verdichter, eine Gasturbine und einen Generator umfasst und wobei zur Überwachung eine Gasturbinendrehzahl verwendet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** weiterhin ein diversitäres Kriterium zur Überwachung verwendet wird.
2. Das Verfahren nach Anspruch 1, wobei das diversitäre Kriterium ein Betriebssignal eines Anfahrumschalters ist, welcher den Generator als drehzahlveränderlichen Antrieb während des Kamin- oder Kesselbelüftens ansteuert.
3. Das Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Betriebssignal des Anfahrumschalters eine Frequenz ist, mit der der Anfahrumschalter den Ständerstrom des Generators speist.
4. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Betriebssignal des Anfahrumschalters mit

einem Grenzwert verglichen wird und bei Überschreiten des Grenzwerts dieser als diversitäres Kriterium verwendet wird.

5. Das Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Grenzwert über 500 U/min. liegt. 5
6. Das Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Grenzwert bei 600 U/min. liegt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 7912

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	SCHROEDER H C ET AL: "ERFAHRUNGEN BEI DER PLANUNG VON GASTURBINEN-(GT-)ANLGEN MIT NACHGESCHALTETEN ABHITZEDAMPFERZEUGERN (AHDE) IN BEZUG AUF DEREN REGELWERKSKONFORMITAET" VGB KRAFTWERKSTECHNIK, VGB KRAFTWERKSTECHNIK GMBH. ESSEN, DE, Bd. 79, Nr. 4, 1. Januar 1999 (1999-01-01), Seiten 46-52, XP000804128 ISSN: 0372-5715 * das ganze Dokument *	1-6	INV. F22B37/42 F01K23/10
X	DE 101 17 101 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) * Absätze [0016], [0047], [0049]; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-6	
A	EP 0 961 011 A1 (ASEA BROWN BOVERI [CH] ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 1. Dezember 1999 (1999-12-01) * Absatz [0012] - Absatz [0020]; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F22B F01K
A	WO 98/29641 A1 (COMBUSTION ENG [US]) 9. Juli 1998 (1998-07-09) * Seite 3, Zeile 20 - Seite 6, letzte Zeile; Ansprüche; Abbildungen * * Zusammenfassung *	1-6	
A	JP 8 086227 A (TOSHIBA CORP) 2. April 1996 (1996-04-02) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-6	
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Juni 2010	Prüfer Zerf, Georges
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 Patentedokument, 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 08 01 7912

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.

23-06-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10117101	A1	17-10-2002	KEINE	
EP 0961011	A1	01-12-1999	DE 59808158 D1	05-06-2003
WO 9829641	A1	09-07-1998	AU 5699898 A US 5819539 A	31-07-1998 13-10-1998
JP 8086227	A	02-04-1996	KEINE	

EPO FORM P0461

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