

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. April 2009 (30.04.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2009/053183 A3

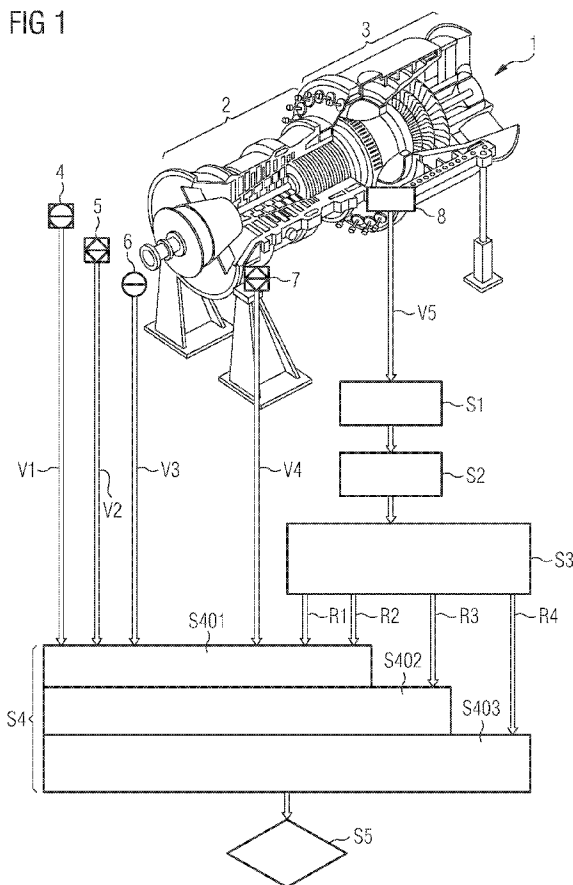
- (51) Internationale Patentklassifikation:  
G05B 13/02 (2006.01) G05B 23/02 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/062538
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
19. September 2008 (19.09.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
07021041.4 26. Oktober 2007 (26.10.2007) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PFEIFER, Uwe [DE/DE]; Hirtengarten 8, 12557 Berlin (DE). STERZING, Volkmar [DE/DE]; Zillestr. 38, 85579 Neubiberg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ANALYZING THE OPERATION OF A GAS TURBINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ANALYSE DES BETRIEBS EINER GASTURBINE



und/oder ein dynamisches Drucksignal

(57) Abstract: The invention relates to a method for analyzing the operation of a gas turbine (1), wherein one or more neural networks based on the normal operation of the gas turbine are learned. At least one dynamic pressure signal (V5) is read by at least one pressure sensor (8) in or on the compressor (2) of the gas turbine (1), and one or more operating parameters (V1, V2, V3, V4) of the gas turbine (1) are read by one or more further sensors (4, 5, 6, 7) in normal operation of the gas turbine (1), and/or a dynamic pressure signal (V5) and one or more operating parameters (V1, V2, V3, V4) of the gas turbine (1) are read that were measured during normal operation of the gas turbine (1). The dynamic pressure signal (V5) is subjected to a frequency analysis, whereby one or more parameters of the frequency spectrum of the pressure signal (V5) are determined. Based on the measured operating parameters (V1, V2, V3, V4) and the parameters of the frequency spectrum of the pressure signal (V5), one or more neural networks are learned, comprising the measured operating parameters (V1, V2, V3, V4) and the parameters of the frequency spectrum of the pressure signal (V5) as input parameters, and having as an output parameter at least one diagnostic characteristic value representing a probability dimension for the presence of normal operation of the gas turbine (1) as a function of the input parameters.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Analyse des Betriebs einer Gasturbine (1), bei dem ein oder mehrere neuronale Netze basierend auf dem Normalbetrieb der Gasturbine gelernt werden. Wenigstens ein dynamisches Drucksignal (V5) wird durch wenigstens einen Drucksensor (8) im oder am Verdichter (2) der Gasturbine (1) sowie ein oder mehrere Betriebsparameter (V1, V2, V3, V4) der Gasturbine (1) werden durch eine oder mehrere weitere Sensoren (4, 5, 6, 7) bei Normalbetrieb der Gasturbine (1) gemessen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/053183 A3



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

**Recherchenberichts:** 11. Juni 2009

---

(V5) sowie ein oder mehrere Betriebsparameter (V1, V2, V3, V4) der Gasturbine (1), welche im Normalbetrieb der Gasturbine (1) gemessen wurden, werden eingelesen. Das dynamische Drucksignal (V5) wird einer Frequenzanalyse unterzogen, wodurch ein oder mehrere Parameter des Frequenzspektrums des Drucksignals (V5) ermittelt werden. Basierend auf dem oder den gemessenen Betriebsparametern (V1, V2, V3, V4) und dem oder den Parametern des Frequenzspektrums des Drucksignals (V5) werden ein oder mehrere neuronale Netze gelernt, welche als Eingangsgrößen den oder die gemessenen Betriebsparameter (V1, V2, V3, V4) und den oder die Parameter des Frequenzspektrums des Drucksignals (V5) umfassen und als Ausgangsgrößen wenigstens einen Diagnosekennwert aufweisen, welcher ein Wahrscheinlichkeitsmaß für das Vorliegen des Normalbetriebs der Gasturbine (1) in Abhängigkeit von den Eingangsgrößen repräsentiert.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/062538

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G05B13/02 G05B23/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G05B F02C G01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages.	Relevant to claim No.
X	DE 40 12 278 A1 (HITACHI LTD [JP]) 18 October 1990 (1990-10-18)	1,3,6, 9-16
Y	pages 9-12; figure 11	5
X	US 2002/013664 A1 (STRACKELJAN JENS [DE] ET AL) 31 January 2002 (2002-01-31)	1-3,6-16
Y	paragraphs [0010], [0053], [0107] - [0109], [0201], [0205], [0206]; figures 11,12,25,28	5
X	US 7 027 953 B2 (KLEIN RENATA [IL]) 11 April 2006 (2006-04-11)	1,4,6-16
	the whole document	
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April 2009

Date of mailing of the international search report

28/04/2009

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koch, Rafael

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/062538

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 521 152 A (ROCKWELL AUTOMATION [US]) 6 April 2005 (2005-04-06) paragraphs [0012], [0016], [0019], [0020], [0034], [0051], [0057], [0062], [0107] - [0109], [0116], [0126], [0127], [0136] paragraphs [0138], [0165], [0177], [0178]	1,3,7-16
X	WO 02/03041 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]; ANUZIS PAUL [GB]; KING STEVE P [GB]; KING DENNIS) 10 January 2002 (2002-01-10)	11-16
A	the whole document	1,6,8-10
A	DE 10 2006 048730 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 31 May 2007 (2007-05-31) paragraphs [0077], [0082], [0172], [0254], [0255], [0257], [0259], [0260], [0283], [0292], [0331], [0351], [0352] paragraphs [0378] - [0380]	1,3,4,6, 8-15
A	DE 10 2006 004516 B3 (MOTOREN TURBINEN UNION [DE]) 8 March 2007 (2007-03-08) the whole document	1,9-12, 14,15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/062538

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4012278	A1	18-10-1990	JP 1958793 C JP 2272326 A JP 6092914 B US 5333240 A	10-08-1995 07-11-1990 16-11-1994 26-07-1994
US 2002013664	A1	31-01-2002	NONE	
US 7027953	B2	11-04-2006	AU 2003288519 A1 CA 2512383 A1 EP 1581839 A2 WO 2004059399 A2 US 2005096873 A1	22-07-2004 15-07-2004 05-10-2005 15-07-2004 05-05-2005
EP 1521152	A	06-04-2005	NONE	
WO 0203041	A	10-01-2002	AU 6774901 A EP 1297313 A1 JP 2004502932 T US 2002040278 A1	14-01-2002 02-04-2003 29-01-2004 04-04-2002
DE 102006048730	A1	31-05-2007	NONE	
DE 102006004516	B3	08-03-2007	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2008/062538

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. G05B13/02 G05B23/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G05B F02C G01H		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 40 12 278 A1 (HITACHI LTD [JP]) 18. Oktober 1990 (1990-10-18)	1,3,6, 9-16
Y	Seiten 9-12; Abbildung 11	5
X	US 2002/013664 A1 (STRACKELJAN JENS [DE] ET AL) 31. Januar 2002 (2002-01-31)	1-3,6-16
Y	Absätze [0010], [0053], [0107] - [0109], [0201], [0205], [0206]; Abbildungen 11,12,25,28	5
X	US 7 027 953 B2 (KLEIN RENATA [IL]) 11. April 2006 (2006-04-11) das ganze Dokument	1,4,6-16
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  21. April 2009		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts  28/04/2009
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5318 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Koch, Rafael

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2008/062538

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 521 152 A (ROCKWELL AUTOMATION [US]) 6. April 2005 (2005-04-06) Absätze [0012], [0016], [0019], [0020], [0034], [0051], [0057], [0062], [0107] - [0109], [0116], [0126], [0127], [0136] Absätze [0138], [0165], [0177], [0178]	1,3,7-16
X	WO 02/03041 A (ROLLS ROYCE PLC [GB]; ANUZIS PAUL [GB]; KING STEVE P [GB]; KING DENNIS) 10. Januar 2002 (2002-01-10)	11-16
A	das ganze Dokument	1,6,8-10
A	DE 10 2006 048730 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 31. Mai 2007 (2007-05-31) Absätze [0077], [0082], [0172], [0254], [0255], [0257], [0259], [0260], [0283], [0292], [0331], [0351], [0352] Absätze [0378] - [0380]	1,3,4,6, 8-15
A	DE 10 2006 004516 B3 (MOTOREN TURBINEN UNION [DE]) 8. März 2007 (2007-03-08) das ganze Dokument	1,9-12, 14,15

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/062538

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4012278	A1	18-10-1990	JP 1958793 C	10-08-1995
			JP 2272326 A	07-11-1990
			JP 6092914 B	16-11-1994
			US 5333240 A	26-07-1994
-----				
US 2002013664	A1	31-01-2002	KEINE	
-----				
US 7027953	B2	11-04-2006	AU 2003288519 A1	22-07-2004
			CA 2512383 A1	15-07-2004
			EP 1581839 A2	05-10-2005
			WO 2004059399 A2	15-07-2004
			US 2005096873 A1	05-05-2005
-----				
EP 1521152	A	06-04-2005	KEINE	
-----				
WO 0203041	A	10-01-2002	AU 6774901 A	14-01-2002
			EP 1297313 A1	02-04-2003
			JP 2004502932 T	29-01-2004
			US 2002040278 A1	04-04-2002
-----				
DE 102006048730	A1	31-05-2007	KEINE	
-----				
DE 102006004516	B3	08-03-2007	KEINE	
-----				