(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 710 617 A2

(51) Int. Cl.: F01D 17/20 (2006.01)
F01D 19/00 (2006.01)
F02C 9/50 (2006.01)
G05B 13/04 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00015/16

(22) Anmeldedatum: 05.01.2016

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.07.2016

(30) Priorität: 06.01.2015 US 14/590,513

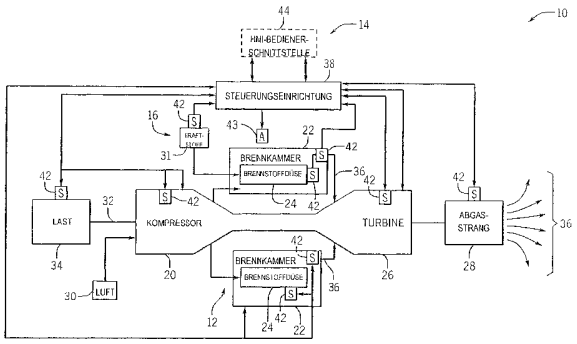
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Paige Marie Sopcic, Greenville, SC 29615 (US)
William Forrester Seely, Greenville, SC 29615 (US)
Jason Dean Fuller, Greenville, SC 29615 (US)
Daniel Richard Waugh, Greenville, SC 29615 (US)

(74) Vertreter:
R.A. Egli & Co, Patentanwälte, Baarerstrasse 14
6300 Zug (CH)

(54) System zur Erzeugung variabler Rampenraten beim Betrieb eines Turbinensystems.

(57) Ein System (10) schliesst eine Steuerungseinrichtung (38) ein, die dazu eingerichtet ist, eine oder mehrere Eingaben zu empfangen, die einem Betrieb eines Turbinensystems (12) zugeordnet sind, einen Satz von Rampenraten für das Gasturbinensystem (12), basierend wenigstens teilweise auf den einen oder mehreren Eingaben abzuleiten und eine Rampenrate aus einer Menge von Rampenraten auszuwählen. Die Rampenrate schliesst eine variable Rampenrate ein. Die Steuerungseinrichtung (38) ist weiter dazu eingerichtet, ein Ausgangssignal, basierend auf der ausgewählten Rampenrate, zu erzeugen.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft industrielle Steuerungssysteme und, mehr im Speziellen, Steuerungssysteme mit variabler Rampenrate für eine Turbomaschine.

[0002] Bestimmte Systeme, so wie industrielle Steuerungssysteme, können Fähigkeiten zur Verfügung stellen, die die Steuerung und die Analyse einer mehrerer industrieller Maschinen, wie z.B. Turbinensystemen oder Generatorsystemen erlauben, die in ein industrielles System (z.B. ein Stromerzeugungssystem) eingeschlossen werden können. Das industrielle Steuerungssystem kann beispielsweise Steuerungseinrichtungen, Feldgeräte und Sensoren beinhalten, die Daten speichern, die bei der Steuerung des Turbinensystems oder des Generatorsystems verwendet werden. Ein bestimmter Betriebsparameter eines Turbinensystems, den zu Steuern von besonderem Interesse sein kann, ist die Belastungsrate oder die Rampenrate des Turbinensystems. Allerdings kann die Effizienz oder die Geschwindigkeit, mit der das Turbinensystem die maximale Last erreichen kann, begrenzt sein, weil die Rampenrate eines Turbinensystems einen festen Wert beinhalten kann. Es wäre nützlich, Verfahren bereitzustellen, um die Rampenratensteuerung von Turbinensystemen zu verbessern.

KURZE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0003] Bestimmte Ausführungsformen, die in ihrem Bereich der ursprünglich beanspruchten Erfindung entsprechen, sind unten zusammengefasst. Diese Ausführungsformen sind nicht dazu gedacht, den Bereich der beanspruchten Erfindung einzuschränken, sondern diese Ausführungsformen sind eher dazu gedacht, eine kurze Zusammenfassung von möglichen Formen der Erfindung bereitzustellen. In der Tat kann die Erfindung eine Vielzahl von Formen umfassen, die ähnlich zu oder verschieden von den Ausführungsformen sind, die unten dargelegt sind.

[0004] In einer ersten Ausführungsform beinhaltet ein System eine Steuerungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, eine oder mehrere Eingaben zu empfangen, die mit einem Betrieb eines Turbinensystems verbunden sind, einen Satz von Rampenraten für das Turbinensystem, basierend wenigstens teilweise auf den einen oder mehreren Eingaben, abzuleiten und eine Rampenrate aus dem Satz von Rampenraten auszuwählen. Die Rampenrate beinhaltet eine veränderliche Rampenrate. Die Steuerungseinrichtung ist ferner dazu eingerichtet, ein Ausgangssignal basierend auf der ausgewählten Rampenrate zu erzeugen.

[0005] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn der Controller dazu eingerichtet ist, eine Benutzereingabe, eine Eingabe über die maximal mögliche Rampenrate, eine Eingabe eines physik-basierten Modells der Betriebsparameter des Turbinensystems, eine Ereigniserfassungseingabe, eine Eingabe eines gemessenen Betriebsparameters, eine Planungsparametereingabe oder irgendeine Kombination davon als die eine oder mehreren Eingaben zu empfangen.

[0006] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist: eine erste Eingabe eines physik-basierten Modells eines Betriebsparameters des Turbinensystems und eine zweite Eingabe eines physik-basierten Modells von Betriebsparametern eines industriellen System zu empfangen, das das Turbinensystem aufweist; und den Satz von Rampenraten für das Turbinensystem durch Erzeugen eines modellbasierten Steuerungsmodells (MBC) von jeder einer Vielzahl von tolerierbaren Rampenraten für das Turbinensystem abzuleiten.

[0007] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, den Satz von Rampenraten für das Turbinensystem basierend auf einer Rampenratentolerabilität jeder Komponente des Turbinensystems abzuleiten.

[0008] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, verschiedene Rampenraten aus dem Satz von Rampenraten über eine Betriebsperiode des Turbinensystems auszuwählen.

[0009] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, die verschiedenen Rampenraten aus dem Satz von Rampenraten über einen Belastungs- oder Rampenperiode des Turbinensystems auszuwählen.

[0010] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, einen Satz von entsprechenden maximalen Rampenraten für jede Komponente des Turbinensystems als den Satz von Rampenraten abzuleiten.

[0011] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, eine niedrigste Rampenrate aus dem Satz von entsprechenden maximalen Rampenraten für jede Komponente des Turbinensystems als die ausgewählte Rampenrate auszuwählen.

[0012] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn das Turbinensystem eine Gasturbine, eine Dampfturbine, einen Generator, einen Kompressor oder jede Kombination davon aufweist.

[0013] In jeder Ausführungsform eines Systems kann es vorteilhaft sein, wenn die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, mit Instruktionen programmiert nachgerüstet zu sein, um: den Satz von Rampenraten für das Turbinensystem,

basierend auf den einen oder mehreren Eingaben abzuleiten; und die Rampenrate aus dem Satz von Rampenraten auszuwählen.

[0014] In einer zweiten Ausführungsform beinhaltet ein nicht flüchtiges computerlesbares Medium, das darauf gespeicherten Programmcode aufweist, Instruktionen, um eine Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, eine oder mehrere Eingaben zu empfangen, die mit einem Betrieb eines Turbinensystems verbunden sind, die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, einen Satz von Rampenraten für das Turbinensystem basierend wenigstens teilweise auf den einen oder mehreren Eingaben abzuleiten und die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, eine Rampenrate aus dem Satz von Rampenraten auszuwählen. Die Rampenrate enthält eine veränderliche Rampenrate. Der Programmcode enthält weitere Instruktionen, um die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, ein Ausgangssignal basierend auf der ausgewählten Rampenrate zu erzeugen.

[0015] In jeder Ausführungsform des computerlesbaren Mediums kann es vorteilhaft sein, wenn der Code Instruktionen aufweist, um die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, eine Benutzereingabe, eine Eingabe über eine maximal mögliche Rampenrate, eine Eingabe eines physik-basierten Modells der Betriebsparameter des Turbinensystems, eine Ereignisdetektionseingabe, eine Eingabe eines gemessenen Betriebsparameters, eine Planungsparametereingabe oder jede Kombination davon als die einen oder mehreren Eingaben zu empfangen.

[0016] In jeder Ausführungsform des computerlesbaren Mediums kann es vorteilhaft sein, wenn der Programmiercode Instruktionen aufweist, um: die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, eine Eingabe eines physik-basierten Modells eines Betriebsparameters des Turbinensystems und eine Eingabe eines physik-basierten Modells von Betriebsparametern eines industriellen Systems zu empfangen, das das Turbinensystem aufweist; und die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, den Satz von Rampenraten für das Turbinensystem durch Erzeugung eines modellbasierten Steuerungsmodells (MBC) von jeder einer Vielzahl von tolerierbaren Rampenraten für das Turbinensystem abzuleiten.

[0017] In jeder Ausführungsform des computerlesbaren Mediums kann es vorteilhaft sein, wenn der Programmcode Instruktionen aufweist, um die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, den Satz von Rampenraten für das Turbinensystem basierend auf einer Rampenrate, tolerierbar von jeder Komponente des Turbinensystems, abzuleiten.

[0018] In jeder Ausführungsform des computerlesbaren Mediums kann es vorteilhaft sein, wenn der Programmiercode Instruktionen aufweist, um die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, verschiedene Rampenraten von dem Satz von Rampenraten über eine Betriebsperiode des Turbinensystems auszuwählen.

[0019] In jeder Ausführungsform des computerlesbaren Mediums kann es vorteilhaft sein, wenn der Programmiercode Instruktionen aufweist, um die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, die verschiedenen Rampenraten aus dem Satz von Rampenraten über eine Lasterhöhungs- oder eine Rampenperiode des Turbinensystems auszuwählen.

[0020] In jeder Ausführungsform des computerlesbaren Mediums kann es vorteilhaft sein, wenn der Programmiercode Instruktionen aufweist, um die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, einen Satz von entsprechenden maximalen Rampenraten für jede Komponente des Turbinensystems als den Satz von Rampenraten abzuleiten.

[0021] In jeder Ausführungsform des computerlesbaren Mediums kann es vorteilhaft sein, wenn der Programmiercode Instruktionen aufweist, um die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, eine niedrigste Rampenrate von dem Satz von entsprechenden maximalen Rampenraten für jede Komponente des Turbinensystems als die ausgewählte Rampenrate auszuwählen.

[0022] In einer dritten Ausführungsform beinhaltet ein System ein Gasturbinensystem und eine Steuerungseinrichtung, die kommunikativ mit dem Gasturbinensystem gekoppelt ist. Die Steuerungseinrichtung enthält eine Auswahleinrichtung, die dazu eingerichtet ist, eine Vielzahl von Eingaben zu empfangen, die mit einem Betrieb des Gasturbinensystems verbunden sind. Die Vielzahl von Eingaben enthält einen ersten Satz von modellbasierten Betriebsparametern des Gasturbinensystems und einen zweiten Satz von erkannten Betriebsparametern des Gasturbinensystems. Das Empfangsgerät ist auch dazu eingerichtet, eine Vielzahl von Rampenraten für das Gasturbinensystem basierend auf der Vielzahl von Eingaben abzuleiten. Die Vielzahl von Rampenraten enthält eine entsprechende maximal tolerierbare Rampenrate für jede Komponente des Gasturbinensystems. Die Auswahleinrichtung ist dann dazu eingerichtet eine oder mehrere Rampenraten der Vielzahl von Rampenraten auszuwählen. Die Steuerungseinrichtung enthält auch ein Rampensteuerungsgerät, das dazu eingerichtet ist, die ausgewählten einen oder mehreren Rampenraten zu empfangen und ein Ausgangssignal basierend auf der ausgewählten einen oder mehreren Rampenraten zu erzeugen.

[0023] In jeder Ausführungsform des Systems kann es vorteilhaft sein, wenn das Rampensteuerungsgerät dazu eingerichtet ist, einen Kraftstoffflussbefehl als das Ausgangssignal zu erzeugen und wobei der Kraftstoffflussbefehl dazu eingerichtet ist, einen Aktuator zu aktivieren, um eine Beschickung des Gasturbinensystems zu steuern.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] Diese und andere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden besser verstanden werden, wenn die folgende detaillierte Beschreibung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in welchen entsprechende Bezugszeichen entsprechende Teile über alle Zeichnungen hinweg repräsentieren, wobei:

Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines industriellen Systems ist, das eine oder mehrere industrielle Maschinen in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ausführungsformen enthält;

Fig. 2 ist ein Diagramm einer Ausführungsform des Systems von Fig. 1, das eine veränderliche Rampenrate-Steuerungseinrichtung in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ausführungsformen enthält; und

Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm, das eine Ausführungsform eines Prozesses veranschaulicht, der nützlich bei der Erzeugung und Auswahl variabler Rampenraten für die eine oder mehreren industriellen Maschinen der Fig. 1 in Übereinstimmung mit den vorliegenden Ausführungsformen nützlich ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] Eine oder mehrere spezifische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden unten beschrieben werden. In dem Bemühen eine knappe Beschreibung dieser Ausführungsformen bereitzustellen, mögen nicht alle Merkmale einer tatsächlichen Verwirklichung in der Beschreibung beschrieben sein. Es sollte anerkannt werden, dass in der Entwicklung irgendeiner solchen tatsächlichen Implementierung, wie in jedem Ingenieurs- oder Designprojekt, eine Vielzahl von verwirklichungsspezifischen Entscheidungen getroffen werden müssen, um die spezifischen Ziele des Entwicklers zu erreichen, so wie die Erfüllung systembezogener und geschäftsbezogener Beschränkungen, die von einer zur anderen Verwirklichung variieren können. Ausserdem sollte es anerkannt werden, dass solch eine Entwicklungsbemühung komplex und zeitbeanspruchend sein kann, jedoch trotzdem eine Routineunternehmung von Design, Fabrikation und Herstellung für den Durchschnittsfachmann ist, der den Vorteil dieser Offenbarung hat.

[0026] Wenn Elemente der verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung eingeführt werden, sollten die Artikel «ein(r)», «der, die, das» und «besagte(r)» bedeuten, dass es eines oder mehrere der Elemente gibt. Die Begriffe «aufweisend,» «beinhaltend,» und «habend» sollen inklusiv sein und bedeuten, dass es zusätzliche Elemente, andere als die aufgeführten Elemente, geben kann.

[0027] Die vorliegenden Ausführungsformen beziehen sich auf ein Rampenratensteuerungssystem, das nützlich bei der Erzeugung und Auswahl von verschiedenen Rampenraten für eine Turbomaschine sowie Gasturbinensysteme ist. Im Einzelnen kann das Rampenratensteuerungssystem durch Empfangen von in Echtzeit erkannten Betriebsparametern (z.B. in Echtzeit erkannter Geschwindigkeit, Temperatur, Drehmoment usw.), modellierten oder geschätzten Parameter (z.B. Vorhersagemodelle der Geschwindigkeit, Temperatur, Drehmoment usw.) und Eingaben (z.B. Nutzereingaben) beginnen, die mit dem Betrieb des Gasturbinensystems verbunden sind. Das Rampenratensteuerungssystem kann dann eine Rampenrate dynamisch aus einem abgeleiteten Satz von Rampenraten über die Belastungsanstiegsperiode des Gasturbinensystems auswählen, in der die ausgewählte Rampenrate auf der niedrigsten der maximal tolerierbaren Rampenrate zu jedem Zeitpunkt basieren kann, die für jede Komponente des Gasturbinensystems erlaubt ist. Auf diese Weise können die vorliegenden Techniken ein schnelles Hochlaufen des Gasturbinensystems und veränderliche Steuerung der Leistungsausgabe des Gasturbinensystems ermöglichen. In der Tat können die vorliegenden Techniken durch Verwendung einer Vielzahl von Dateneingaben beispielsweise basierend auf Sensormessungen, physik-basierten Modellen, und/oder Beurteilung des Operateurs es ermöglichen, dass das Gasturbinensystem die Maximallast mit einer schnelleren Rate erreicht, als es nur unter Verwendung einer festen Rampenrate möglich wäre. Wie hierin verwendet, kann sich «Rampenrate» oder «Lastrate» auf eine Lastmenge (z.B. elektrische Leistungsausgabe an ein elektrisches Übertragungs- oder Verteilungsnetz, mechanische Leistungsausgabe an eine industrielle Maschine usw.) beziehen, mit der eine energieerzeugende Maschine (z.B. Gasturbine, Dampfturbine, Generator und dergleichen) pro Zeiteinheit belastet werden kann. Bei einem Gasturbinensystem, einem Dampfturbinensystem oder anderen ähnlichen Energieerzeugungssystemen kann die «Rampenrate» oder die «Belastungsrate» beispielsweise in Einheiten von Megawatt (MW) pro Zeiteinheit (z.B. MW/min) gemessen werden. Die Techniken, die hierin beschrieben werden, können auf andere Turbomaschinen sowie Wärmerückgewinnungsdampferzeugungs(HRSG)-Systeme, Dampfturbinen, Kompressoren und dergleichen anwendbar sein.

[0028] Mit dem Vorangehenden im Blick kann es nützlich sein eine Ausführungsform eines industriellen Systems sowie eines beispielhaften industriellen Systems 10 zu beschreiben, das in Fig. 1 veranschaulicht ist. In der Tat sollte es anerkannt werden, dass während die vorliegenden Ausführungsformen bezogen auf eine Veranschaulichung eines Gasturbinensystems diskutiert werden (z.B. wie in Fig. 1 veranschaulicht), dass das industrielle System 10 in manchen Ausführungsformen ein Dampfturbinensystem, ein hydraulisches Turbinensystem, ein oder mehrere Kompressorsysteme (z.B. aus der Luftfahrt abgeleiteten Kompressoren, Kolbenkompressoren, Zentrifugalkompressoren, Axialkompressoren, Schraubenkompressoren usw.), eine oder mehrere elektrische Motorsysteme, industrielle Systeme, beispielsweise beinhaltend, Extruder, Gebläse, Zentrifugalpumpen oder jede von verschiedenen anderen industriellen Ausrüstungen enthalten kann, die in einer industriellen Fabrik oder einer anderen industriellen Einrichtung enthalten sein können. Es wird ferner geschätzt werden, dass die Techniken, die hierin diskutiert werden, verwendet werden können, um jede der vorgenannten industriellen Ausrüstungen oder jede Kombination der industriellen Ausrüstungen zu überwachen und zu steuern.

[0029] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, kann das industrielle System 10 ein Gasturbinensystem 12 ein Überwachungs- und Steuerungssystem 14 und ein Kraftstoffversorgungssystem 16 beinhalten. Das Gasturbinensystem 12 kann einen Prozessor 20, Verbrennungssysteme 22, Kraftstoffdüsen 24, eine Turbine 26 und einen Abgasabschnitt 28 beinhalten. Während

des Betriebs kann das Gasturbinensystem 12 Luft 30 in den Kompressor 20 ziehen, der dann die Luft 30 komprimieren und die Luft 30 zu dem Verbrennungssystem 22 (das z.B. eine Anzahl von Brennkammern enthalten kann) bewegen kann. In dem Verbrennungssystem 22 kann die Kraftstoffdüse 24 (oder eine Anzahl von Kraftstoffdüsen 24) Kraftstoff initiieren, dass mit der komprimierten Luft 30 mischt, um beispielsweise ein Luft-Kraftstoff-Gemisch zu erzeugen.

[0030] Das Luft-Kraftstoff-Gemisch kann in dem Verbrennungssystem 22 verbrennen, um heisse Verbrennungsgase zu erzeugen, die stromabwärts in die Turbine 26 strömen, um eine oder mehrere Stufen der Turbine 26 zu treiben. Beispielsweise bewegen sich die Verbrennungsgase durch die Turbine 26, um eine oder mehrere Stufen von Blättern der Turbine 26 zu treiben, die wiederum die Rotation des Schafts 32 antreiben können. Der Schaft 32 kann mit einer Last 34 sowie einem Generator, der das Drehmoment des Schafts 32 verwendet, um Elektrizität herzustellen, verbunden sein. Nach dem Durchschreiten der Turbine 26 können die heissen Verbrennungsgase als Abgase 36 in die Umwelt über den Abgasabschnitt 28 entströmen. Die Abgase 36 können Gase, wie Kohlenstoffdioxid (CO_2), Kohlenstoffmonoxid (CO), Stickoxide (NO_x) usw. enthalten.

[0031] In bestimmten Ausführungsformen kann das System 10 auch eine Steuerungseinrichtung 38, eine Anzahl von Sensoren 42 und eine Mensch-Maschine-Schnittstelle(HMI)-Nutzerschnittstelle 44 enthalten. Die Steuerungseinrichtung kann auch kommunikativ mit einem oder mehreren Aktuatoren 43 gekoppelt sein, die für das Steuern von Komponenten des Systems 10 geeignet sind. Die Aktuatoren 43 können Ventile, Schalter, Positionierer, Pumpen und dergleichen beinhalten, die für das Steuern von verschiedenen Komponenten des Systems geeignet sind. Die Steuerungseinrichtungen 38 können Daten von den Sensoren 42 empfangen und können dazu verwendet werden, den Kompressor 20, die Brennkammern 22, die Turbine 26, den Abgasabschnitt 28, die Last 34 usw. zu steuern. Die Steuerungseinrichtung 38 kann Alarmsignale, Betriebsinformationssignale oder andere Mitteilungen an die HMI-Benutzerschnittstelle 44 ausgeben. Die HMI-Benutzerschnittstelle 44 kann verwendet werden, um Benutzereingaben zu empfangen, die der Steuerungseinrichtung 38 zur Verfügung gestellt werden können. Wie ferner anerkannt werden wird, kann die Steuerungseinrichtung 38 als Antwort auf die Sensordaten 42 und Eingaben, die über die HMI-Benutzerschnittstelle 44 empfangen wurden, auch ein oder mehrere modellbasierte Rampenraten für die Turbine 26 ableiten, um die Turbine 26 bei einer höheren Rate schneller als beispielsweise eine nominale oder eine feste Rampenrate der Turbine 26 zuzulassen. Dies kann die Betriebseffizienz (z.B. Kraftstoffeffizienz) der Turbine 26 und in Fortsetzung die Betriebseffizienz des industriellen Systems 10 erhöhen.

[0032] In bestimmten Ausführungsformen kann die HMI-Benutzerschnittstelle 44 durch ein oder mehrere Computersysteme ausführbar sein, die durch einen Anlagenoperateur verwendet werden können, um an das industrielle System 10 über eine HMI-Benutzerschnittstelle 44 zu koppeln. Entsprechend kann die HMI-Benutzerschnittstelle 44 verschiedene Eingangs- und Ausgangsgeräte (z.B. Maus, Tastatur, Monitor, berührungsempfindlicher Bildschirm oder andere geeignete Eingangs- und/oder Ausgangsgeräte) beinhalten, so dass ein Anlagenoperateur der Steuerungseinrichtung 38 Befehle (z.B. Steuerungs- und/oder Betriebsbefehle) zur Verfügung stellen kann, und um Betriebsinformation von der Steuerungseinrichtung 38 oder direkt von den Sensoren 42 zu empfangen. Entsprechend kann die Steuerungseinrichtung 38 für das Steuern einer oder mehrerer Endstellglieder verantwortlich sein, die an die Komponenten (z.B. den Kompressor 20, die Turbine 26, die Brennkammer 22, die Last 34 usw.) des industriellen Systems 10 koppelt, sind so wie beispielsweise ein oder mehrere Aktuatoren, Ventile, Geber usw.

[0033] In bestimmten Ausführungsformen können die Sensoren 42 jeder von verschiedenen Sensoren sein, die bei dem zur Verfügung-Stellen von verschiedenen Betriebsdaten an die Steuerungseinrichtung 38, darunter z.B. Druck und Temperatur des Kompressors, Geschwindigkeit und Temperatur der Turbine 26, Schwingung des Kompressors 20 und der Turbine 26, CO_2-Level in dem Abgas 36, Kohlenstoffinhalt in dem Brennstoff 31, Temperatur des Brennstoffs 31, Temperatur, Druck, Freiraum des Kompressors 20 und der Turbine 26 (z.B. Abstand zwischen dem Kompressor 20 und der Turbine 26 und/oder zwischen anderen statischen und/oder rotierenden Komponente, die innerhalb des industriellen Systems 10 eingeschlossen sein können), Flammentemperatur oder -intensität, Vibration, Verbrennungsdynamik (Z.B. Fluktuationen im Druck, Flammenintensität usw.), Lastdaten der Last 34 usw. nützlich sind. In manchen Ausführungsformen kann die Steuerungseinrichtung 38, die von den Sensoren 42 erhaltenen Daten verwenden, um eine oder mehrere Rampenratenmodelle und/oder Rampenrateneinstellungen zu erzeugen, um die Rampenrate und/oder die Belastungsrate des Gasturbinensystems 12 aktiv zu steuern. In einer Ausführungsform kann die Steuerungseinrichtung 38 programmiert mit Instruktionen nachgerüstet werden, um eine oder mehrere Rampenratenmodelle und/oder Rampenrateneinstellungen für das Gasturbinensystem 12 zu erzeugen. Die Steuerungseinrichtung 82 kann die Rampenrate dann anwenden, um das System 10 und Komponenten davon, z.B. durch Erzeugen eines Ausgangssignals basierend auf der ausgewählten Rampenrate zu steuern. Das Ausgangssignal kann an die einen oder mehreren Aktuatoren 43 vermittelt werden, um Kraftstoffffluss, Oxidationsmittelfluss (z.B. Luft 30) einzustellen, Einlassleitungsflügelwinkel zu verändern und dergleichen.

[0034] In bestimmten Ausführungsformen kann die Steuerungseinrichtung 38 eine oder mehrere Rampenraten basierende Modelle ableiten, um Rampenparameter für das Gasturbinensystem 12 abzuleiten, um es dem Gasturbinensystem 12 zu ermöglichen, bei einer höheren Rate (z.B. bei einer einstellbaren oder variablen Rampenrate im Gegensatz zu einer festen Rampenrate) hochgefahren zu werden, als beispielsweise einer nominalen oder festen Rampenrate des Gasturbinensystems 12. Die Steuerungseinrichtung 38 kann, wie in Fig. 2 veranschaulicht, beispielsweise eine Auswahleinrichtung 52 beinhalten. Die Auswahleinrichtung 52 kann einen Multiplexer (MUX) oder ein anderes Auswahlgerät beinhalten, das verwendet werden kann, um verschiedene Eingaben (z.B. Messungen von den Sensoren 42, modellbasierte Steuerungsmodelle (MBC) von Betriebsparametern des Gasturbinensystems 12, Betreiber oder Benutzereingänge usw.) zu empfan-

gen, die auf den Betrieb des Gasturbinensystems 12 bezogen sind und eine Rampenrate (z.B. eine variable Rampenrate) für das Gasturbinensystem 12 darauf basierend auszuwählen.

[0035] In bestimmten Ausführungsformen kann die Auswahleinrichtung 52, wie weiter in Fig. 2 veranschaulicht, eine Benutzereingabe 54 erhalten. Die Benutzereingabe 54 kann Daten beinhalten, die durch Personal (z.B. Ingenieure, Feldtechniker, Operateure usw.) über die HMI-Benutzerschnittstelle 44 eingegeben werden. Z.B. kann ein Operateur Daten in die Auswahleinrichtung 52 eingeben, die beispielsweise auf menschlicher Beobachtung des Kompressors 20, der Brennkammer 22, der Turbine 26 und/oder anderer Komponenten basieren können, die als Teil des Gasturbinensystems 12 eingeschlossen werden können. Ähnlich kann die Auswahleinrichtung 52 eine Anzahl von konstanten Eingaben, sowie z.B. eine Eingabe 56 der maximal möglichen Rampenrate, und Eingaben 58 und 60 unterer und oberer konstanter Rampenrate erhalten. Im Speziellen kann die Eingabe 56 der maximal möglichen Rampenrate die maximale Betriebsrampenrate (beispielsweise bestimmt basierend auf der technischen Spezifikation) für die bestimmte Turbine 26, verschiedene andere Turbinen 26, die in dem industriellen System 10 enthalten sein können, oder in anderen Ausführungsformen, die maximale Betriebsrampenrate für jede Komponente des Gasturbinensystems 12 darstellen.

[0036] Gleichermassen kann die Eingabe 58 der unteren konstanten Rampenrate eine untere Grenze (z.B. ein benutzerkonfigurierbarer Wert) für die Rampenrate des Gasturbinensystems 12 darstellen, während die Eingabe 60 der oberen konstanten Rampenrate eine obere Grenze (z.B. einen benutzerkonfigurierbaren Wert, der niedriger als der Wert der Eingabe 56 der maximal möglichen Rampenrate sein kann) für die Rampenrate des Gasturbinensystems 12 darstellen. Wie weiter veranschaulicht wird, kann ein Schalterblock 62 zur Verfügung gestellt werden, um zwischen der Eingabe 58 der unteren konstanten Rampenrate und der Eingabe 60 der oberen konstanten Rampenrate basierend auf, beispielsweise, einer Eingabe 64 eines Ereignisdetektionsparameters zu schalten. In bestimmten Ausführungsformen kann der Schalterblock 62 zusätzliche Logik z.B. Hysterese, Nacheilbereich, Anstiegszeit usw. enthalten, die besser geeigneten Übergangsbetrieb ermöglichen kann, wenn zwischen Rampenraten geschaltet wird. Die Ereignisdetektionsparametereingabe 64 kann beispielsweise eine Eingabe enthalten, die elektrische Fehlerbedingungen, Überspannungsbedingungen, Überdrehzahl und/oder Überlastbedingungen mit Bezug auf den Kompressor 20 und die Turbine 26, Bedingungen des Erlöschens aufgrund von Kraftstoffmangel (Lean Blowout, LBO) mit Bezug auf die Brennkammern 22, Modustransfer (z.B. Mager-Mager-Modustransfer, Vormischungsmodustransfer) durch die Brennkammern 22 oder jedes von verschiedenen Betriebsereignissen, die durch die Steuerungseinrichtung 38 festgestellt wird, enthalten.

[0037] In bestimmten Ausführungsformen, wie weiter veranschaulicht, kann die Auswahleinrichtung 52 auch eine Eingabe 66 von modellbasierten Gasturbinensystembetriebsparametern und einer Eingabe 68 von modellbasierten Turbinenbetriebsparametern (z.B. vorhersagende Modelle der Geschwindigkeit, des Drehmoments, der Temperatur, des Drucks, von Vibrationen usw.) empfangen. In manchen Ausführungsformen kann die Steuerungseinrichtung 38 die modellbasierte Betriebsparametereingabe 66 und die Eingabe 68 modellbasierter Turbinenbetriebsparameter basierend auf einer oder mehreren physikbasierten Modellen ableiten, um beispielsweise ein oder mehrere Echtzeitbetriebsgrenzenmodelle (z.B. Differenzialgleichungsmodelle mit Randbedingungen basierend auf Systembedingungen sowie Temperatur, Druck, Fluidfluss, Massenfluss, Brennstofftyp, Oxidationsmitteltyp und dergleichen) abzuleiten, die alle Beiträge zu der Leistungsabgabe des Gasturbinensystems 12 und/oder anderer Komponenten (z.B. Kompressor 20, Brennkammern 22, Turbine 26) abschätzen, die als Teil des Gasturbinensystems 12 eingeschlossen werden können. Die Steuerungseinrichtung 38 kann dann die Eingabe 66 modellbasierter Betriebsparameter und die Eingabe 68 modellbasierter Betriebsparameter des Gasturbinensystems 12 verwenden, um eine oder mehrere Rampenratenmodelle 70 von tolerierbaren und erlaubten Rampenraten für das Gasturbinensystem 12 und/oder jeder einzelne Komponente des Gasturbinensystems 12 abzuleiten. Z.B. können die Rampenratenmodelle 70 physik-basierte Modelle, sowie beispielsweise niederzyklische Ermüdung(LCF)-Lebensdauervorhersagemodelle, computergestützte Fluiddynamik(CFD)-Modelle, finite Elementeanalyse(FEA)-Modelle, Festkörpermodelle (z.B. parametrische und nicht-parametrische Modellierung), 3-dimensions(3-D)-zu-2-dimensions(2-D)-FEA-Abbildungsmodelle oder andere physik-basierte Modelle beinhalten, die verwendet werden können, um die tolerierbaren oder erlaubten Rampenraten des Gasturbinensystems 12 und/oder anderer Komponenten des industriellen Systems 10 zu modellieren.

[0038] Wie weiter veranschaulicht, kann die Auswahleinrichtung 52 auch Planungsparameter 72 empfangen, die einem Rampenratenplanungsblock 74 (z.B. ein computergestützter Block) zur Verfügung gestellt werden können. Die Planungsparameter 72 können durch den Rampenratenplanungsblock 74 verwendet werden, um einen oder mehrere Betriebspläne des Gasturbinensystems 12 zu identifizieren, die z.B. mögliche Bereiche des und/oder innerhalb des Gasturbinensystems 12 beinhalten können, die durch eine höhere oder variable Rampenrate beschränkt sein können. Im Speziellen kann der Rampenratenplanungsblock 74 für das Gasturbinensystem 12 eine veränderliche Rampenrate (z.B. verglichen mit einer festen Rampenrate) ableiten und planen und durch Erweiterung die Leistungsabgabe des Gasturbinensystems 12 steuern. In der Tat kann der Rampenratenplanungsblock 74 eine veränderliche Rampenrate erzeugen, die das Verlangsamen der Steigerung an Leistungsabgabe des Gasturbinensystems 12 beispielsweise basierend auf den minimalen Betriebsparametern (z.B. Geschwindigkeit, Drehzahl, Temperatur, Druck, Vibration usw.) enthalten kann, der tolerierbar von oder durch jede Komponente (z.B. Kompressor 20, die Brennkammern 22, die Turbine 26 und dergleichen) des Gasturbinensystems 12 zu jedem Zeitpunkt erlaubt ist. Daher kann die veränderliche Rampenrate, die durch den Rampenratenplanungsblock 74 erzeugt wird, es dem Gasturbinensystem 12 erlauben, die maximale Last (z.B. etwa 80%–100% der Last) bei einer Rate zu erreichen, die schneller ist als mit einer festen Rampenrate möglich ist.

[0039] Wie weiter veranschaulicht, kann die Auswahleinrichtung 52 auch eine Referenzparametereingabe 76 erhalten, die durch eine Rückführungsparametereingabe 78 substrahiert wird, um ein Fehlersignal zu erzeugen. Das Fehlersignal kann dann einem Regler 80 (z.B. einem MikroController) bereitgestellt werden und dann der Auswahleinrichtung 52 übergeben werden. Speziell können die Referenzparametereingabe 76 und die Rückführungsparametereingabe 58 verwendet werden, um Echtzeitsteuerung (z.B. Abstimmung) der Turbine 26 und/oder anderer Komponenten durchzuführen, die als Teile des Gasturbinensystems 12 eingeschlossen sein können. Beispielsweise können die Referenzparametereingabe 76 und Referenzparametereingabe 78 Messungen, Vorhersagen, Abschätzungen, Modelle, Pläne usw. beinhalten, ohne darauf beschränkt zu sein.

[0040] In bestimmten Ausführungsformen kann die Auswahleinrichtung 52 eine geeignete Rampenrate für das Gasturbinensystem 12 basierend auf den verschiedenen Eingaben (z.B. Benutzereingabe 54, Eingabe zur maximal möglichen Rampenrate 56, Parametereingabe 64 zur Ereigniserkennung, Betriebsparametereingabe 66, basierend auf industriellen Moden, Betriebsparametereingabe 68, basierend auf dem Modell des Gasturbinensystems 12, Planungsparameter 72 usw.) auswählen (z.B. dynamisch und veränderlich), die über ein oder mehrere Zeitperioden basierend beispielsweise auf der niedrigsten der maximalen Rampenrate, die physikalisch erlaubbar oder tolerierbar (z.B. bestimmt basierend auf Ingenieursspezifikationen) durch den Kompressor 20, die Brennkammern 22, die Turbine 26 und/ oder andere Komponenten, die als Teil des Gasturbinensystems eingeschlossen sein können, variieren kann. Die Auswahleinrichtung 52 kann dann die ausgewählte maximale Rampenrate einer Rampensteuerungseinrichtung 84 zur Verfügung stellen, die auch die stromermittelte Echtzeitgasturbinensystembetriebsparametereingabe 82 (z.B. Geschwindigkeit, Temperatur, Drehmoment, Druck, Vibration, nominale Rampenrate usw.) als eine direkte Eingabe des empfangen kann.

[0041] Basierend auf der ausgewählten maximalen Rampenrate und der Betriebsparametereingabe 82 des Echtzeitgasturbinen-systems 12 kann die Rampensteuerungseinrichtung 84 dann einen Kraftstoffflussbefehlswert erzeugen, der dann an eine oder mehrere Steuerungswirkglieder (z.B. Stellglieder 43 und dergleichen) ausgegeben werden kann, die an das Gasturbinensystem 12 gekoppelt werden können, um den Kraftstoffluss zu dem Gasturbinensystem 12 einzustellen und in Erweiterung aktiv und variabel die Rampenrate und die Leistungsausgabe des Gasturbinensystems 12 zu steuern. Auf diese Weise können die gegenwärtigen Techniken schnelles Hochfahren des Gasturbinensystems und veränderliche Steuerung der Leistungsausgabe des Gasturbinensystems erlauben. In der Tat können die gegenwärtigen Techniken durch Nutzung einer Vielfalt von Dateneingaben, basierend beispielsweise auf Sensormessungen, physik-basierten Modellen und/oder Benutzer- oder Ingenieurseinschätzung, es dem Gasturbinensystem erlauben, die Maximallast bei einer schnelleren Rate zu erreichen, als es unter Verwendung nur einer festen Rampenrate möglich sein kann.

[0042] Als ein Beispiel der gegenwärtig offenbarten Techniken können es die Brennkammern 22 in einer oder mehreren Ausführungsformen erfordern, dass die Rampenrate für einige Sekunden (z.B. etwa 0,1 Sekunde bis 5 Sekunden) nach, beispielsweise, einem Brennmodustransfer (z.B. Mager-Mager-Modustransfer, Vormischungsmodustransfer) begrenzt wird. Die Steuerungseinrichtung 38 kann einen Kraftstoffflussbefehl und/oder Rampenratenbefehl zur Verfügung stellen, um eine Beschleunigung der Turbine 26 zu initiieren. Es folgt dann, dass wenn die Steuerungseinrichtung 38 identifiziert, dass ein Verbrennungsmodustransfer angefordert wurde, die Steuerungseinrichtung 52 die maximale Rampenrate auswählt, die geeignet (z.B. erlaubbar oder tolerierbar) für diese Betriebsbedingungen ist, um der Rampenratensteuerungseinrichtung 84 zur Verfügung gestellt zu werden. Die Steuerungseinrichtung 38 kann dann eine niedrigere Rampenrate halten, bis die Steuerungseinrichtung 38 erkennt, dass der Verbrennungsmodustransfer abgeschlossen ist und dass die Turbine 26 und/oder andere Komponenten des Gasturbinensystems 12 sich genügend stabilisiert haben, um höhere (z.B. schnellere) Rampenraten zu erlauben. Wenn die Steuerungseinrichtung 38 erkennt, dass die vorgenannte Bedingung befriedigt ist, kann die Steuerungseinrichtung 52 eine höhere maximale Rampenrate auswählen, um diese für die Rampenratesteuerungseinrichtung 84 zur Verfügung zu stellen und kann es daher der Turbine 26 und/ oder anderen Komponenten des Gasturbinensystems 12 erlauben, höhere Rampenraten zu erzielen. Daher können die gegenwärtigen Techniken, wie vorstehend bemerkt, schnelles Hochfahren des Gasturbinensystems 12 und veränderliche Steuerung der Leistungsausgabe des Gasturbinensystems 12 erlauben, die anders und unter Verwendung von festen Rampenraten unerreichbar sein kann.

[0043] Sich nun Fig. 3 zuwendend, wird ein Flussdiagramm vorgestellt, das eine Ausführungsform eines Prozesses 56 darstellt, der nützlich bei der Erzeugung und der Auswahl variabler Rampenraten für ein Gasturbinensystem während der Lastzunahme durch Verwendung beispielsweise einer Steuerungseinrichtung 38, die in das industrielle System 10 dargestellt in Fig. 1 eingeschlossen ist. Das Verfahren 86 kann Programmcode oder Instruktionen einschliessen, die auf einem nicht flüchtigen maschinenlesbaren Medium (z.B. einem Speicher) gespeichert sind und beispielsweise durch einen oder mehrere Prozessoren, die in der Steuerungseinrichtung 38 eingeschlossen sind, ausgeführt wird. Das Verfahren 86 kann mit der Steuerungseinrichtung 38 beginnen, die die Turbinensystembetriebsparameter und -eingaben empfängt (Block 88). Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung, wie vorstehend diskutiert, erkannte Betriebsparameter des Gasturbinensystems 12 und verschiedene Eingaben wie beispielsweise eine Betriebseingabe 54, eine maximal mögliche Rampenrateeingabe 56, eine Ereignisdetektionsparametereingabe 64, eine modellbasierte Betriebsparametereingabe 66, modellbasierte Betriebsparametereingabe 68 des Gasturbinensystems 12, Planungsparameter 72 usw. empfangen.

[0044] Das Verfahren 86 kann dann damit fortfahren, dass die Steuerungseinrichtung 38 einen Satz von Turbinensteuerungsrampenraten basierend auf den Betriebsparametern des Gasturbinensystems 12 und den empfangenen Eingaben ableitet (Block 90). Beispielsweise kann die Steuerungseinrichtung 38, wie vorstehend diskutiert, eine oder mehrere mo-

dellbasierte Rampenraten für das Gasturbinensystem 12 ableiten, um es dem Gasturbinensystem 12 zu erlauben, bei einer höheren Rate aufzuladen, als beispielsweise bei einer nominellen oder festen Rampenrate des Gasturbinensystems 12. Das Verfahren kann dann damit fortfahren, dass die Steuerungseinrichtung eine Rampenrate von dem abgeleiteten Satz Rampenraten, basierend auf der niedrigsten der maximalen Rampenraten erlaubt, für jede Komponente des Turbinensystems auswählt (Block 92). Beispielsweise kann die Auswahleinrichtung 52 der Steuerungseinrichtung 38 eine geeignete Rampenrate für das Gasturbinensystem 12 zu jedem Zeitpunkt während des Aufladens basierend beispielsweise auf der niedrigsten der maximalen Rampenraten, die physikalisch tolerierbar oder erlaubbar (z.B. bestimmt basierend auf den technischen Spezifikationen) durch den Kompressor 20, die Brennkammern 22, die Turbine 26 und/oder andere Komponenten ist, die als Teil des Gasturbinensystems 12 eingeschlossen sein können, auswählen.

[0045] Das Verfahren kann dann damit fortfahren, dass die Steuerungseinrichtung 38 dem Turbinensystem die ausgewählten Rampenratenparameter zur Verfügung stellt (Block 94). Beispielsweise kann die Rampensteuerungseinrichtung 84 der Steuerungseinrichtung 38 dann basierend auf der ausgewählten maximalen Rampenrate und der Echtzeitgasermittelten Betriebsparametereingaben 82 des Turbinensystems 12 einen Brennstoff flussbefehlswert erzeugen. Das Verfahren 86 kann dann damit schliessen, dass die Steuerungseinrichtung 38 den Brennstoffflussbefehlswertbefehl zur Verfügung stellt, um eine oder mehrere Wirkglieder (z.B. Aktuatoren 43 und dergleichen) einzustellen, die an das Gasturbinensystem 12 gekoppelt sein können, um den Kraftstoffffluss zu dem Gasturbinensystem 12 einzustellen und in der Erweiterung die Rampenrate und die Leistungsausgabe des Gasturbinensystems 12 aktiv und veränderlich zu steuern. Andere erzeugte Signale (Block 96) können Oxidationsmittel (z.B. Luft 43) -fluss, Einlassleitungsflügelwinkel und dergleichen einstellen.

[0046] Technische Effekte der vorliegenden Ausführungsformen beziehen sich auf ein Rampenratensteuerungssystem, das bei der Erzeugung und Auswahl variabler Rampenraten für Gasturbinensysteme nützlich ist. Speziell kann das Rampenratensteuerungssystem damit beginnen, in Echtzeit ermittelte Betriebsparameter (z.B. in Echtzeit ermittelte Geschwindigkeit, Temperatur, Drehmoment usw.), modellbasierte Steuerungs(MBC)-Parameter (z.B. Vorhersagemodelle der Geschwindigkeit, Temperatur, Drehmoment usw.) und Eingaben (z.B. Benutzereingaben) zu empfangen, die mit dem Betrieb des Gasturbinensystems verbunden sind. Das Rampenratensteuerungssystem kann dann eine Rampenrate dynamisch aus einem abgeleiteten Satz von Rampenraten über die Aufladungsperiode des Gasturbinensystems auswählen, die auf der niedrigsten der maximal tolerierbaren Rampenrate, erlaubt für jede Komponente des Gasturbinensystems, basieren kann.

[0047] Diese schriftliche Beschreibung verwendet Beispiele um die Erfindung, darunter die beste Ausführungsform, zu offenbaren und ausserdem jeden Fachmann dazu zu befähigen, die Erfindung auszuführen, darunter zu machen und jede Geräte oder System zu verwenden und jedes eingeschlossene Verfahren durchzuführen. Der patentierbare Bereich der Erfindung wird durch die Ansprüche festgelegt und kann andere Beispiele einschliessen, die sich für solche mit Befähigung auf dem Gebiet ergeben. Solche andere Beispiele sind dazu gedacht, innerhalb des Bereichs der Ansprüche zu sein, wenn diese strukturelle Elemente aufweisen, die nicht von der wortsinngemässen Sprache der Ansprüche abweichen oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Unterschieden von der wortsinngemässen Sprache der Ansprüche einschliessen.

[0048] Ein System schliesst eine Steuerungseinrichtung ein, die dazu eingerichtet ist, eine oder mehrere Eingaben zu empfangen, die mit einem Betrieb eines Gasturbinensystems verbunden sind, einen Satz von Rampenraten für das Gasturbinensystem basierend wenigstens teilweise auf den einen oder mehreren Eingaben abzuleiten und eine Rampenrate aus einer Menge von Rampenraten auszuwählen. Die Rampenrate schliesst eine variable Rampenrate ein. Die Steuerungseinrichtung ist weiter dazu eingerichtet ein Ausgangssignal basierend auf der ausgewählten Rampenrate zu erzeugen.

Patentansprüche

1. System aufweisend:
   eine Steuerungseinrichtung, die dazu eingerichtet ist:
   eine oder mehrere Eingaben zu empfangen, die einem Betrieb eines Turbinensystems zugeordnet sind;
   Ableiten eines Satzes von Rampenraten für das Turbinensystem, wenigstens teilweise basierend auf den einen oder mehreren Eingaben;
   Auswählen einer Rampenrate aus dem Satz von Rampenraten, wobei die Rampenrate eine variable Rampenrate aufweist; und
   Erzeugen eines Ausgangssignals basierend auf der ausgewählten Rampenrate.
2. System nach Anspruch 1, wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, eine Benutzereingabe, eine Eingabe über eine maximal mögliche Rampenrate, eine Eingabe zu einem physik-basierten Modell der Betriebsparameter des Turbinensystems, eine Ereignisdetektionseingabe, eine gemessene Betriebsparametereingabe, eine Planungsparametereingabe oder jede Kombination davon als die eine oder mehreren Eingaben zu empfangen.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist:
   eine erste Eingabe über ein physik-basiertes Modell eines Betriebsparameters des Turbinensystems und eine zweite Eingabe eines physik-basierten Modells von Betriebsparametern eines industriellen Systems, das das Turbinensystem aufweist, zu empfangen; und

einen Satz von Rampenraten für das Turbinensystem durch Erzeugung eines modellbasierten Steuerungsmodells (MBC) mit einer Vielzahl von tolerierbaren Rampenraten für das Turbinensystem abzuleiten.

4. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuerungseinrichtung so eingerichtet ist, den Satz von Rampenraten für das Turbinensystem basierend auf einer Rampenratentolerabilität jeder Komponente des Turbinensystems abzuleiten.

5. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, über eine Betriebsperiode des Turbinensystems verschiedene Rampenraten aus dem Satz von Rampenraten auszuwählen und/oder wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, verschiedene Rampenraten aus dem Satz von Rampenraten über eine Beladungsperiode oder über eine Rampenperiode des Turbinensystems auszuwählen.

6. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, einen Satz von entsprechenden maximalen Rampenraten für jede Komponente des Turbinensystems als den Satz von Rampenraten abzuleiten.

7. System nach Anspruch 6, wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, eine niedrigste Rampenrate aus dem Satz von entsprechenden maximalen Rampenraten für jede Komponente des Turbinensystems als die ausgewählte Rampenrate auszuwählen.

8. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet ist, mit Instruktionen programmiert nachgerüstet zu sein, um:
den Satz von Rampenraten für das Turbinensystem basierend auf den einen oder mehreren Eingaben abzuleiten; und
die Rampenrate aus dem Satz von Rampenraten auszuwählen.

9. Nicht-flüchtiges computerlesbares Medium, das einen darauf gespeicherten computerausführbaren Programmcode aufweist, wobei der Programmcode Instruktionen aufweist, um:
eine Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, eine oder mehrere Eingaben zu empfangen, die mit einem Betrieb eines Turbinensystems verbunden sind;
die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, einen Satz von Rampenraten für das Turbinensystem basierend wenigstens teilweise auf den einen oder mehreren Eingaben abzuleiten;
die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, eine Rampenrate aus dem Satz von Rampenraten auszuwählen, wobei die Rampenrate eine variable Rampenrate aufweist; und
die Steuerungseinrichtung dazu zu veranlassen, ein Ausgangssignal basierend auf der ausgewählten Rampenrate zu erzeugen.

10. System, aufweisend:
ein Gasturbinensystem; und
eine Steuerungseinrichtung, die kommunikativ mit dem Gasturbinensystem gekoppelt ist, aufweisend:
eine Auswahleinrichtung, die dazu eingerichtet ist:
eine Vielzahl von Eingaben zu empfangen, die mit einem Betrieb des Gasturbinensystems verbunden sind, wobei die Vielzahl von Eingaben einen ersten Satz von modellbasierten Betriebsparametern des Gasturbinensystems und einen zweiten Satz von erfassten Betriebsparametern des Gasturbinensystems aufweist;
Ableiten einer Vielzahl von Rampenraten für das Gasturbinensystem basierend auf der Vielzahl von Eingaben, wobei die Vielzahl von Rampenraten eine entsprechende maximal tolerierbare Rampenrate für jede Komponente des Gasturbinensystems aufweist; und
ein oder mehrere Rampenraten der Vielzahl von Rampenraten auszuwählen; und
ein Rampensteuerungsgerät, das dazu eingerichtet ist, die ausgewählten einen oder mehreren Rampenraten zu empfangen und ein Ausgangssignal basierend auf den ausgewählten einen oder mehreren Rampenraten zu erzeugen.

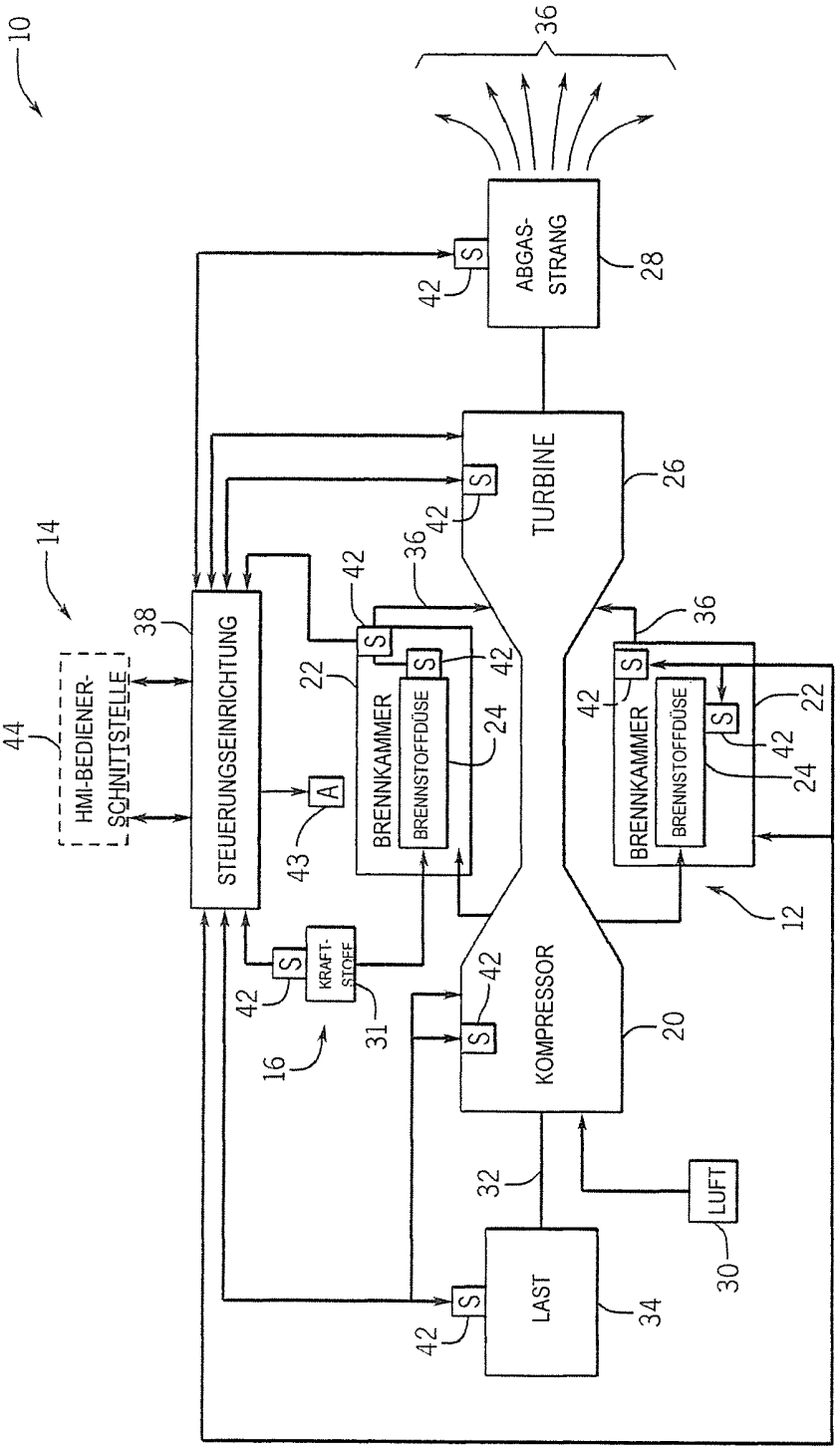

10
36
ABGAS-STRANG
28
42
S
TURBINE
26
14
38
STEUERUNGSEINRICHTUNG
HMI-BEDIENER-SCHNITTSTELLE
44
22
BRENNKAMMER
BRENNSTOFFDÜSE
24
A
43
KRAFT-STOFF
31
16
KOMPRESSOR
20
12
32
LUFT
30
LAST
34

FIG. 1

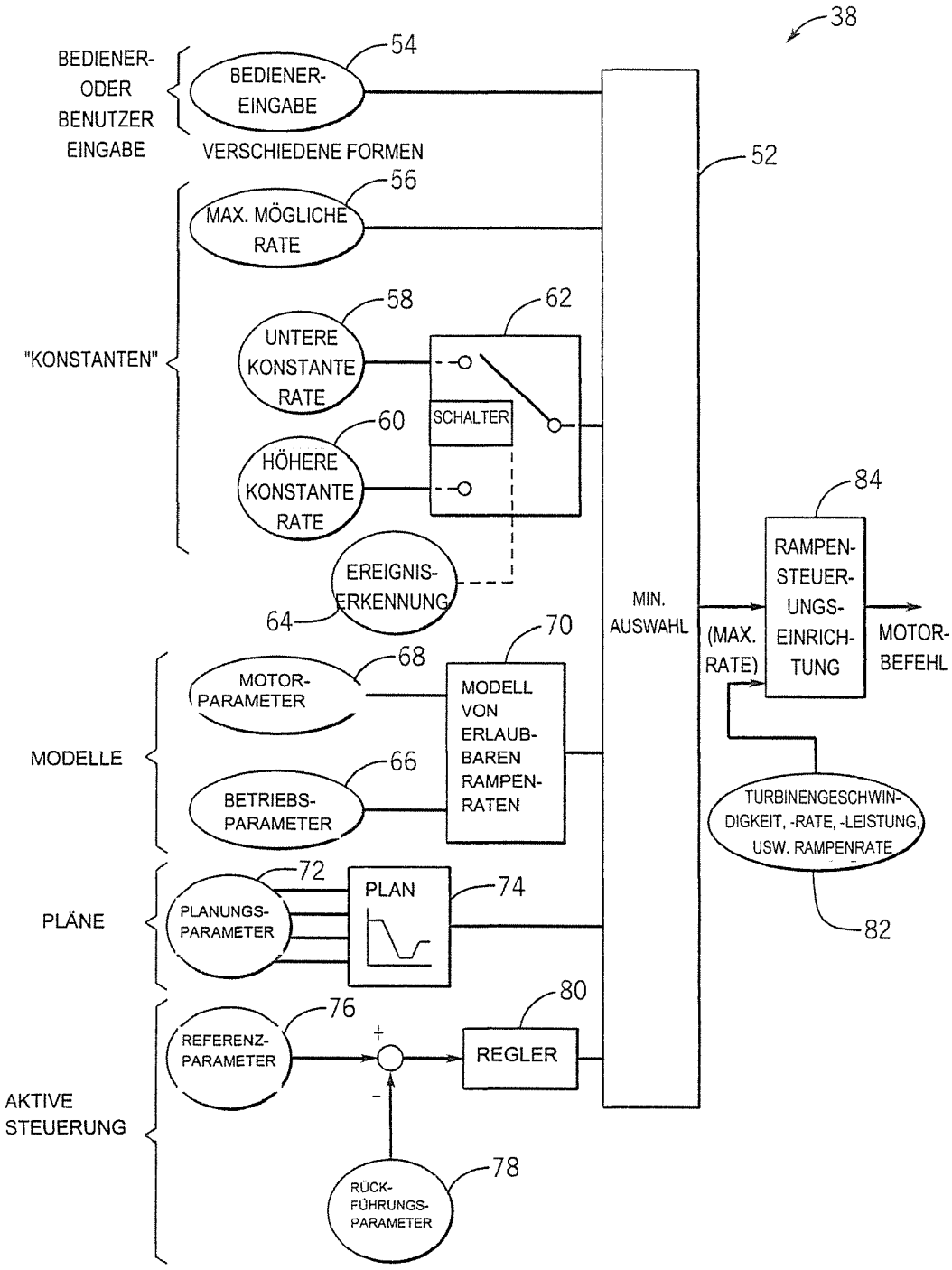

38
BEDIENER- ODER BENUTZER EINGABE
54
BEDIENER-EINGABE
VERSCHIEDENE FORMEN
52
56
MAX. MÖGLICHE RATE
"KONSTANTEN"
58
UNTERE KONSTANTE RATE
62
SCHALTER
60
HÖHERE KONSTANTE RATE
EREIGNIS-ERKENNUNG
64
84
RAMPEN-STEUER-UNGS-EINRICH-TUNG
MIN. AUSWAHL
(MAX. RATE)
MOTOR-BEFEHL
70
MODELLE
68
MOTOR-PARAMETER
MODELL VON ERLAUB-BAREN RAMPEN-RATEN
66
BETRIEBS-PARAMETER
TURBINENGESCHWIN-DIGKEIT, -RATE, -LEISTUNG, USW. RAMPENRATE
82
PLÄNE
72
PLANUNGS-PARAMETER
PLAN
74
80
AKTIVE STEUERUNG
76
REFERENZ-PARAMETER
+
-
REGLER
78
RÜCK-FÜHRUNGS-PARAMETER

FIG. 2

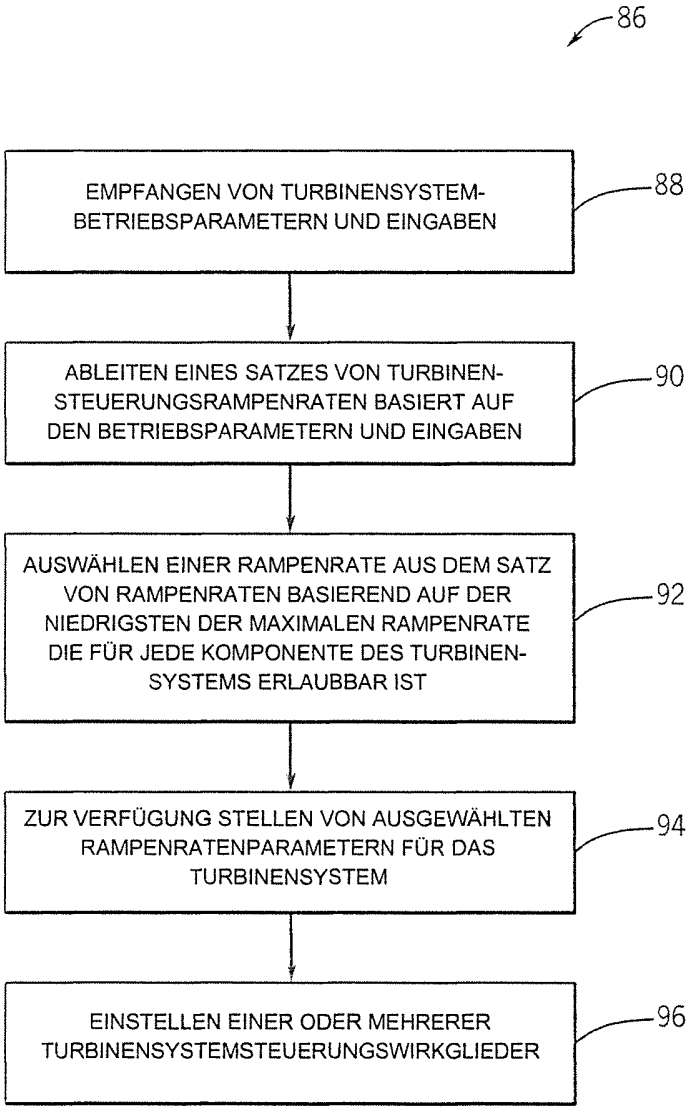

86
EMPFANGEN VON TURBINENSYSTEM-BETRIEBSPARAMETERN UND EINGABEN
88
ABLEITEN EINES SATZES VON TURBINEN-STEUERUNGSRAMPENRATEN BASIERT AUF DEN BETRIEBSPARAMETERN UND EINGABEN
90
AUSWÄHLEN EINER RAMPENRATE AUS DEM SATZ VON RAMPENRATEN BASIEREND AUF DER NIEDRIGSTEN DER MAXIMALEN RAMPENRATE DIE FÜR JEDE KOMPONENTE DES TURBINEN-SYSTEMS ERLAUBBAR IST
92
ZUR VERFÜGUNG STELLEN VON AUSGEWÄHLTEN RAMPENRATENPARAMETERN FÜR DAS TURBINENSYSTEM
94
EINSTELLEN EINER ODER MEHRERER TURBINENSYSTEMSTEUERUNGSWIRKGLIEDER
96

FIG. 3