

(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
19. Oktober 2017 (19.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/178185 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01D 13/00 (2006.01) F02C 6/02 (2006.01)
F01D 19/00 (2006.01) F02C 7/26 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056118

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2017 (15.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
16164886.0 12. April 2016 (12.04.2016) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München
(DE).

(72) Erfinder: VELTMANN, David; Rellinghauser Straße 75,
45128 Essen (DE). BENNAUER, Martin;
Steinmannswiese 76, 46242 Bottrop (DE). SCHINDLER,
Christoph; Rheinstraße 57, 45219 Essen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

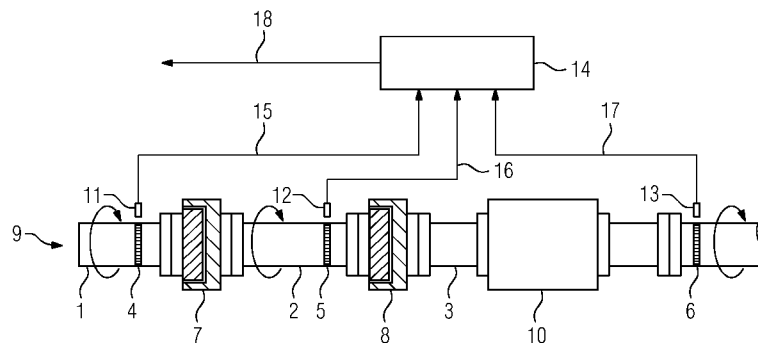
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: TURBOMACHINE TRAIN AND METHOD FOR COUPLING THE TURBOMACHINE TRAIN

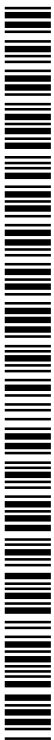
(54) Bezeichnung : STRÖMUNGSMASCHINENSTRANG UND VERFAHREN ZUM KUPPELN DES
STRÖMUNGSMASCHINENSTRANGS



(57) Abstract: A turbomachine train (9) with two shaft parts which each have a fixedly attached grooved wheel (5), with a first overrunning clutch (7), with two rotational speed sensors and with a control device. The clutch is designed to couple and decouple the first shaft part to and from the second shaft part. The first rotational speed sensor (11) measures the rotational speed of the first grooved wheel. The second rotational speed sensor (12) measures the rotational speed of the second grooved wheel. The control device (14) determines the differential angle between the first shaft part and the second shaft part and accelerates the turbomachines, with an acceleration value determined on the basis of the measured rotational speeds and on the basis of the differential angle, such that the two shaft parts couple together at a predetermined target coupling angle.

(57) Zusammenfassung: Ein Strömungsmaschinenstrang (9) mit zwei Teilwellen, die jeweils ein fest angebrachtes Nutrad (5) aufweisen, einer ersten Überholkupplung (7), zwei Drehzahlmessern und einer Steuereinrichtung. Die Kupplung ist dafür

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/178185 A1

ausgelegt die erste mit der zweiten Teilwelle zu kuppeln bzw. zu entkuppeln. Der erste Drehzahlmesser (11) misst die Drehzahl des ersten Nutrads. Der zweite Drehzahlmesser (12) misst die Drehzahl des zweiten Nutrads. Die Steuereinrichtung (14) bestimmt den Differenzwinkel zwischen der ersten sowie der zweiten Teilwelle und beschleunigt, mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen und des Differenzwinkels bestimmten Beschleunigungswert, die Strömungsmaschinen derart, dass die beiden Teilwellen bei einem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln.

Beschreibung

Strömungsmaschinenstrang und Verfahren zum Kuppeln des
Strömungsmaschinenstrangs

5

Ein Strömungsmaschinenstrang mit Strömungsmaschinen, wie beispielsweise in einem Kraftwerk, kann beim Rotieren des Strömungsmaschinenstrangs zu Schwingungen angeregt werden. Die Schwingungen des Strömungsmaschinenstrangs sind jedoch nachteilig, weil sie seine Lebensdauer verkürzen.

10

Der Strömungsmaschinenstrang kann mit Hilfe einer Kupplung in Teilwellen unterteilt werden, wobei die Teilwellen im entkuppelten Zustand unabhängig voneinander rotieren können und im gekuppelten Zustand zusammen rotieren. Beispielsweise kann eine Teilwelle eine Gasturbine aufweisen mit deren Abwärme eine Dampfturbine der anderen Teilwelle angetrieben wird. Beim Anfahren der Gasturbine steht noch nicht genug Abwärme zur Verfügung, um die Dampfturbine anzutreiben. Um Ventilation innerhalb der Dampfturbine zu unterbinden, werden herkömmlich die beiden Teilwellen erst miteinander gekuppelt, wenn die Teilwelle mit der Dampfturbine auf die Drehzahl der Teilwelle mit der Gasturbine beschleunigt wurde. Ebenfalls können beispielsweise in einem Dampf-/Wärmeleistungswerk zwei Teilwellen mit jeweils einer Dampfturbine mittels einer Kupplung gekuppelt und entkuppelt werden. Bei einer Entnahme einer großen Menge an Dampf für eine Wärmeabgabe des Dampf-/Wärmeleistungswerks können die Teilwellen entkuppelt werden, so dass eine der beiden Dampfturbinen nicht von Dampf durchströmt werden braucht.

25

30

Es hat sich herausgestellt, dass das Schwingungsverhalten des Strömungsmaschinenstrangs von dem Kuppelwinkel der beiden Teilwellen abhängt. Der Strömungsmaschinenstrang schwingt umso geringer, je genauer ein Zielkuppelwinkel mit einem guten Schwingungsverhalten angefahren werden kann.

35

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Kuppeln von zwei Teilwellen zu schaffen, bei denen ein gewünschter Zielkuppelwinkel der beiden Teilwellen zuverlässig und mit einer hohen Genauigkeit erreichbar ist.

5

Der erfindungsgemäße Strömungsmaschinenstrang weist eine erste Teilwelle, die eine erste Strömungsmaschine und ein an der ersten Teilwelle fest angebrachtes erstes Nutrad aufweist, eine zweite Teilwelle, die eine zweite Strömungsmaschine und ein an der zweiten Teilwelle fest angebrachtes zweites Nutrad aufweist, eine erste Überholkupplung, die eingerichtet ist die erste Teilwelle mit der zweiten Teilwelle zu kuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle gleich der Drehzahl der zweiten Teilwelle ist, und die erste Teilwelle von der zweiten Teilwelle zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle ist, einen ersten Drehzahlmesser, der eingerichtet ist die Drehzahl des ersten Nutrads zu messen, einen zweiten Drehzahlmesser, der eingerichtet ist die Drehzahl des zweiten Nutrads zu messen, und eine Steuereinrichtung auf, die eingerichtet ist, den Differenzwinkel zwischen der ersten Teilwelle und der zweiten Teilwelle zu bestimmen und bei einer Drehzahl der zweiten Teilwelle niedriger als eine Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs und bei einer Drehzahl der ersten Teilwelle niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen und des Differenzwinkels bestimmten Beschleunigungswert die erste Strömungsmaschine und/oder die zweite Strömungsmaschine derart zu beschleunigen, dass die beiden Teilwellen bei einem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Kuppeln eines Strömungsmaschinenstrangs mit einer ersten Teilwelle, die eine erste Strömungsmaschine und ein an der ersten Teilwelle fest angebrachtes erstes Nutrad aufweist, einer zweiten Teilwelle, die eine zweite Strömungsmaschine und ein an der zweiten Teilwelle fest angebrachtes zweites Nutrad aufweist, und einer ersten Überholkupplung, die eingerichtet ist die erste Teilwelle

mit der zweiten Teilwelle zu kuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle gleich der Drehzahl der zweiten Teilwelle ist, und die erste Teilwelle von der zweiten Teilwelle zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle ist, weist die Schritte auf: a) Rotieren der zweiten Teilwelle mit einer Drehzahl niedriger als eine Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs und Rotieren der ersten Teilwelle mit einer Drehzahl niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle; b) Messen der Drehzahlen des ersten Nutrads und des zweiten Nutrads; c) Messen des Differenzwinkels zwischen der ersten Teilwelle und der zweiten Teilwelle; d) Beschleunigen der ersten Strömungsmaschine und/oder der zweiten Strömungsmaschine mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen und des Differenzwinkels bestimmten Beschleunigungswert derart, dass die beiden Teilwellen bei einem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln.

Weil die Nuträder fest mit der jeweiligen Teilwelle verbunden sind, ist die gemessene Drehzahl der Nuträder identisch mit der Drehzahl der mit dem jeweiligen Nutrad fest verbundenen Teilwelle. Anhand der gemessenen Drehzahlen der beiden Nuträder und des Differenzwinkels kann dann der Beschleunigungswert berechnet werden anhand dessen die beiden Teilwellen bei dem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln. Durch das Messen der Drehzahlen der Nuträder ist aufgrund der hohen Anzahl an Nuten in den Nuträdern die Drehzahl der Teilwellen mit einer hohen Genauigkeit bestimmbar. Dies gilt insbesondere bei den niedrigen Drehzahlen, die niedriger als die Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs sind. Durch diese hohe Genauigkeit der Drehzahlen kann auch der Beschleunigungswert mit einer hohen Genauigkeit ermittelt werden, wodurch der Zielkuppelwinkel der beiden Teilwellen zuverlässig und mit einer hohen Genauigkeit erreichbar ist.

35

Der Beschleunigungswert kann sowohl positiv als auch negativ sein, womit ein schnelleres Drehen und ein langsames Drehen der jeweiligen Teilwelle gemeint sein kann. Dabei kann zum

Kuppeln der beiden Teilwellen die erste Teilwelle schneller gedreht und/oder die zweite Teilwelle langsamer gedreht werden. In dem Fall, dass beide sowohl die erste Teilwelle schneller und die zweite Teilwelle langsamer gedreht wird,
5 sind zwei Beschleunigungswerte, ein Wert für jede Teilwelle, zu berechnen.

Die Nuträder weisen eine Mehrzahl an Nuten auf, die ungleichmäßig verteilt entlang des Umfangs des Strömungsmaschinenstrangs angeordnet sind, und die Steuereinrichtung eingerichtet ist anhand der ungleichmäßig verteilten Nuten den Differenzwinkel zwischen zwei benachbarten Teilwellen zu bestimmen. Dadurch ist der Differenzwinkel besonders einfach bestimmbar. Insbesondere ist es nicht erforderlich eine weitere
10 Markierung an jeder Teilwelle vorzusehen, anhand derer der Differenzwinkel zu bestimmen ist.

Es ist bevorzugt, dass der Strömungsmaschinenstrang eine dritte Teilwelle, die eine dritte Strömungsmaschine und ein
20 an der dritten Teilwelle fest angebrachtes drittes Nutrad aufweist, eine zweite Überholkupplung, die eingerichtet ist die zweite Teilwelle mit der dritten Teilwelle zu kuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle gleich der Drehzahl der dritten Teilwelle ist, und die zweite Teilwelle von der
25 dritten Teilwelle zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle niedriger als die Drehzahl der dritten Teilwelle ist, und einen dritten Drehzahlmesser aufweist, der eingerichtet ist die Drehzahl des dritten Nutrads zu messen, wobei
30 die Steuereinrichtung eingerichtet ist den Differenzwinkel zwischen der zweiten Teilwelle und der dritten Teilwelle zu bestimmen und bei einer Drehzahl der dritten Teilwelle niedriger als die Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs und bei einer Drehzahl des zweiten Teilstrangs niedriger als die Drehzahl des dritten Teilstrangs mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen des zweiten Nutrads und des dritten Nutrads
35 sowie des Differenzwinkels zwischen der zweiten Teilwelle und der dritten Teilwelle bestimmten zweiten Beschleunigungswert die zweite Strömungsmaschine und/oder die dritte Strömungsma-

schine derart zu beschleunigen, dass die zweite Teilwelle mit der dritten Teilwelle bei einem vorherbestimmten zweiten Zielkuppelwinkel kuppelt.

5 Das für das Kuppeln der ersten und zweiten Teilwelle Ausgeführte gilt analog für das Kuppeln der zweiten und dritten Teilwelle.

Die Steuereinrichtung ist bevorzugt eingerichtet bei einer
10 Drehzahl der zweiten Teilwelle niedriger als ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs die erste Teilwelle mit der zweiten Teilwelle und/oder bei einer Drehzahl der dritten Teilwelle niedriger als ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs die zweite Teilwelle mit der
15 dritten Teilwelle bei dem jeweiligen Zielkuppelwinkel zu kuppeln. Auch bei derart niedrigen Drehzahlen sind die Drehzahlen mit der hohen Genauigkeit messbar, wodurch der jeweilige Zielkuppelwinkel mit der hohen Genauigkeit erreichbar ist.

20 Die Nuträder weisen bevorzugt eine Mehrzahl an Nuten auf, die von Flanken begrenzt sind und die Drehzahlmesser sind eingerichtet zum Messen der jeweiligen Drehzahl die Flanken zu erfassen. Durch das Erfassen der Flanken sind die Drehzahlen der Nuträder vorteilhaft mit einer besonders hohen Genauig-
25 keit messbar.

Es ist bevorzugt, dass die Steuereinrichtung eingerichtet ist, beim Beschleunigen der jeweiligen Strömungsmaschine einen neuen Differenzwinkel zu bestimmen und die jeweilige
30 Strömungsmaschine mit einem anhand neuer gemessener Drehzahlen und des neuen Differenzwinkels bestimmten neuen Beschleunigungswert derart zu beschleunigen, dass der jeweilige Zielkuppelwinkel erreicht wird. Dadurch kann die Genauigkeit, mit der der Zielkuppelwinkel erreichbar ist, weiter gesteigert
35 werden. Dabei kann der neue Beschleunigungswert auch mehrfach oder sogar kontinuierlich bestimmt werden.

Der Strömungsmaschinenstrang weist bevorzugt eine dritte Teilwelle, die eine dritte Strömungsmaschine und ein fest an der dritten Teilwelle angebrachtes drittes Nutrad aufweist, und eine zweite Überholkupplung auf, die eingerichtet ist die

5 zweite Teilwelle mit der dritten Teilwelle zu kuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle gleich der Drehzahl der dritten Teilwelle ist, und die zweite Teilwelle von der dritten Teilwelle zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten

10 Teilwelle niedriger als die Drehzahl der dritten Teilwelle ist, und das Verfahren weist bevorzugt die Schritte auf: a) Rotieren der dritten Teilwelle mit einer Drehzahl niedriger als eine Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs und Rotieren der zweiten Teilwelle mit einer Drehzahl niedriger als die Drehzahl der dritten Teilwelle; b) Messen der Drehzahl

15 des dritten Nutrads; c) Messen des Differenzwinkels zwischen der zweiten Teilwelle und der dritten Teilwelle; d) Beschleunigen der zweiten Strömungsmaschine und/oder der dritten Strömungsmaschine mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen des zweiten Nutrads und des dritten Nutrads und des

20 Differenzwinkels zwischen der zweiten Teilwelle und der dritten Teilwelle bestimmten Beschleunigungswert derart, dass die beiden Teilwellen bei einem vorherbestimmten zweiten Zielkupplungswinkel miteinander kuppeln.

25 Es wird in Schritt a) bevorzugt die zweite Teilwelle und/oder in Schritt a) die dritte Teilwelle mit einer Drehzahl niedriger als ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs rotiert.

30 Es ist bevorzugt, dass die Nuträder eine Mehrzahl an Nuten aufweist, die von Flanken begrenzt sind, und zum Messen der jeweiligen Drehzahl die Flanken erfasst werden. Die Nuträder weisen eine Mehrzahl an Nuten auf, die ungleichmäßig verteilt entlang des Umfangs des Strömungsmaschinenstrangs angeordnet

35 sind, und der Differenzwinkel zwischen zwei benachbarten Teilwellen anhand der ungleichmäßig verteilten Nuten bestimmt wird.

Es ist bevorzugt, dass das Verfahren beim Anfahren des Strömungsmaschinenstrangs und/oder, in dem Fall, dass mindestens eine der Teilwellen vom Rest des Gasturbinenstrangs entkuppelt ist, beim Abfahren des Gasturbinenstrangs durchgeführt wird. Es ist bevorzugt, dass in Schritt d) und/oder d1) beim Beschleunigen der jeweiligen Strömungsmaschine ein neuer Differenzwinkel bestimmt wird und die jeweilige Strömungsmaschine mit einem anhand neuer gemessener Drehzahlen und des neuen Differenzwinkels bestimmten neuen Beschleunigungswert derart beschleunigt wird, dass der jeweilige Zielkuppelwinkel erreicht wird. Dabei kann der Schritt d) vor dem Schritt d1) oder der Schritt d1) vor dem Schritt d) durchgeführt werden.

Im Folgenden wird anhand der beigefügten schematischen Zeichnung die Erfindung näher erläutert. Die Figur zeigt einen erfindungsgemäßen Strömungsmaschinenstrang.

Wie es aus der Figur ersichtlich ist, weist ein Strömungsmaschinenstrang 9 eine erste Teilwelle 1 und eine zweite Teilwelle 2 auf. Die erste Teilwelle 1 weist eine erste Strömungsmaschine (nicht dargestellt) und ein an der ersten Teilwelle 1 fest angebrachtes erstes Nutrad 4 auf. Die zweite Teilwelle 2 weist eine zweite Strömungsmaschine (nicht dargestellt) und ein an der zweiten Teilwelle 2 fest angebrachtes zweites Nutrad 5 auf. Beispielsweise können die erste und zweite Strömungsmaschine jeweils eine Dampfturbine sein. Der Strömungsmaschinenstrang 9 weist eine erste Überholkupplung 7 auf, die zwischen der ersten Teilwelle 1 und der zweiten Teilwelle 2 angeordnet ist und eingerichtet ist die erste Teilwelle 1 mit der zweiten Teilwelle 2 zu kuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle 1 gleich der Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 ist, und die erste Teilwelle 1 von der zweiten Teilwelle 2 zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle 1 niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 ist.

Der Strömungsmaschinenstrang 9 weist einen ersten Drehzahlmesser 11 auf, der eingerichtet ist die Drehzahl des ersten

Nutrads 4 zu messen und, weil das erste Nutrad 4 fest an der ersten Teilwelle 1 angebracht ist, damit auch die Drehzahl der ersten Teilwelle 1 zu messen. Der Strömungsmaschinenstrang 9 weist einen zweiten Drehzahlmesser 12 auf, der ein-
5 gerichtet ist die Drehzahl des zweiten Nutrads 5 zu messen und, weil das zweite Nutrad 5 fest an der zweiten Teilwelle 2 angebracht ist, damit auch die Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 zu messen.

10 Der Strömungsmaschinenstrang 9 weist eine Steuereinrichtung 14 auf, die eingerichtet ist den Differenzwinkel zwischen der ersten Teilwelle 1 und der zweiten Teilwelle 2 zu bestimmen und bei einer Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 niedriger als eine Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs 9 und bei ei-
15 ner Drehzahl der ersten Teilwelle 1 niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen und des Differenzwinkels bestimmten Beschleunigungswert die erste Strömungsmaschine und/oder die zweite Strömungsmaschine derart zu beschleunigen, dass die beiden
20 Teilwellen 1, 2 bei einem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln. Dazu weist der Strömungsmaschinenstrang 9 eine erste Signalleitung 15 zum Übertragen der vom ersten Drehzahlmesser 11 gemessenen Drehzahl an die Steuereinrichtung 14, eine zweite Signalleitung 16 zum Übertragen der vom
25 zweiten Drehzahlmesser 12 gemessene Drehzahl an die Steuereinrichtung 14 und eine dritte Signalleitung 17 zum Übertragen der vom dritten Drehzahlmesser 13 gemessenen Drehzahl an die Steuereinrichtung 14 auf. Weiterhin weist der Strömungsmaschinenstrang 9 eine Steuerleitung 18 zum Steuern der Dreh-
30 zahlen der jeweiligen Teilwellen 1 bis 3 auf. Beispielsweise können mit der Steuerleitung 18 Massenströme der Strömungsmaschinen gesteuert werden.

Der Zielkuppelwinkel wird dabei derart vorbestimmt, dass die
35 Schwingungen im Betrieb der gekuppelten Teilwellen 1, 2 möglichst gering sind. Dazu können beispielsweise die Schwingungen für verschiedene Zielkuppelwinkel rechnerisch bestimmt werden, insbesondere mittels einer Finiten Elemente Methode,

und dann der Zielkuppelwinkel ausgewählt werden, bei dem die geringste Spannungsbelastung des Strömungsmaschinenstrangs 9 auftritt. Ebenso ist denkbar, dass die Schwingungen bei verschiedenen Zielkuppelwinkeln experimentell bestimmt werden
5 und aus den experimentellen Daten derjenige Zielkuppelwinkel ausgewählt wird, bei dem die geringste Spannungsbelastung auftritt.

Wie es aus der Figur ersichtlich ist, weist der Strömungsmaschinenstrang 9 eine dritte Teilwelle 3 auf. Die dritte Teilwelle 1 weist einen Generator 10, eine dritte Strömungsmaschine (nicht dargestellt) und ein an der dritten Teilwelle 3 fest angebrachtes drittes Nutrad 6 auf. Beispielsweise kann die dritte Strömungsmaschine eine Gasturbine sein. Der Strömungsmaschinenstrang 9 weist eine zweite Überholkupplung 8
15 auf, die zwischen der zweiten Teilwelle 2 und der dritten Teilwelle 3 angeordnet ist und eingerichtet ist die zweite Teilwelle 2 mit der dritten Teilwelle 3 zu kuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 gleich der Drehzahl der dritten Teilwelle 3 ist, und die zweite Teilwelle 2 von der dritten Teilwelle 3 zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 niedriger als die Drehzahl der dritten Teilwelle 3 ist. Der Strömungsmaschinenstrang 9 weist einen dritten Drehzahlmesser 13 auf, der eingerichtet ist die Drehzahl des dritten Nutrads 6 zu messen und, weil das dritte Nutrad 6 fest an der dritten Teilwelle 3 angebracht ist, damit auch die Drehzahl der dritten Teilwelle 3 zu messen. Die Steuereinrichtung 14 ist eingerichtet den Differenzwinkel zwischen der zweiten Teilwelle 2 und der dritten Teilwelle 3
25 zu bestimmen und bei einer Drehzahl der dritten Teilwelle 3 niedriger als eine Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs 9 und bei einer Drehzahl des zweiten Teilstrangs 2 niedriger als die Drehzahl des dritten Teilstrangs 3 mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen des zweiten Nutrads 5 und des dritten Nutrads 6 sowie des Differenzwinkels zwischen der zweiten Teilwelle 2 und der dritten Teilwelle 3 bestimmten zweiten Beschleunigungswert die zweite Strömungsmaschine und/oder die dritte Strömungsmaschine derart zu beschleunigen, dass die
35

zweite Teilwelle 2 mit der dritten Teilwelle 3 bei einem vorherbestimmten zweiten Zielkuppelwinkel kuppelt. Der zweite Zielkuppelwinkel kann dabei analog zu dem Zielkuppelwinkel bestimmt werden.

5

Beispielsweise ist die Nenndrehzahl bei einem zweipoligen Generator die Netzfrequenz, beispielsweise 50 Hz oder 60 Hz. Dementsprechend ist die Nenndrehzahl bei einem vierpoligen Generator die halbe Netzfrequenz, beispielsweise 25 Hz oder

10

Die Steuereinrichtung ist eingerichtet bei einer Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 niedriger als ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs 9 die erste Teilwelle 1 mit der zweiten Teilwelle 2 und/oder bei einer Drehzahl der dritten Teilwelle 3 niedriger als ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs 9 die zweite Teilwelle 2 mit der dritten Teilwelle 3 bei dem jeweiligen Zielkuppelwinkel zu kuppeln. Die Nenndrehzahl kann beispielsweise von 45 bis 85 Hz betragen. Insbesondere wird bei einer Drehzahl von 1 Hz bis 5 Hz für die zweite Teilwelle 2 die erste Teilwelle 1 mit der zweiten Teilwelle 2 gekuppelt, wenn der Strömungsmaschinenstrang hochgefahren wird. Insbesondere wird bei einer Drehzahl von 1 Hz bis 10 Hz für die zweite Teilwelle 2 die erste Teilwelle 1 mit der zweiten Teilwelle 2 gekuppelt, wenn der Strömungsmaschinenstrang heruntergefahren wird. Insbesondere wird bei einer Drehzahl von 1 Hz bis 5 Hz für die dritte Teilwelle 3 die zweite Teilwelle 2 mit der dritten Teilwelle 3 gekuppelt, wenn der Strömungsmaschinenstrang hochgefahren wird. Insbesondere wird bei einer Drehzahl von 1 Hz bis 10 Hz für die dritte Teilwelle 3 die zweite Teilwelle 2 mit der dritten Teilwelle 3 gekuppelt, wenn der Strömungsmaschinenstrang heruntergefahren wird.

15

20

25

30

35

Die Nuträder 4 bis 6 weisen eine Mehrzahl an Nuten auf, die von Flanken begrenzt sind, und die Drehzahlmesser 11 bis 13 sind eingerichtet zum Messen der jeweiligen Drehzahl die Flanken zu erfassen. Die Flanken können sich im Wesentlichen

in Radialrichtung erstrecken. Dadurch können die Flanken mit einem besonders hohen Signalgradienten erfasst werden, wodurch die Drehzahlen mit einer besonders hohen Genauigkeit messbar sind.

5

Die Nuträder 4 bis 6 weisen eine Mehrzahl an Nuten auf, die ungleichmäßig verteilt entlang des Umfangs des Strömungsmaschinenstrangs 9 angeordnet sind, und die Steuereinrichtung 14 ist eingerichtet anhand der ungleichmäßig verteilten Nuten den Differenzwinkel zwischen zwei benachbarten Teilwellen 1 bis 3 zu bestimmen. Beispielsweise kann zum ungleichmäßigen Verteilen mindestens eine Nut entfallen. Auch ist es möglich, mindestens eine Nut mit einer von den übrigen Nuten verschiedenen Breite in Umfangsrichtung des Strömungsmaschinenstrangs vorzusehen. Ebenfalls ist es möglich den Abstand mindestens eines Paares an benachbarten Nuten in Umfangsrichtung verschieden breit von den übrigen Paaren an benachbarten Nuten auszuführen. Es können beispielsweise für jedes der Nuträder 4 bis 6 von 45 bis 75 Nuten vorgesehen sein.

20

Die Steuereinrichtung ist eingerichtet, beim Beschleunigen der jeweiligen Strömungsmaschine einen neuen Differenzwinkel zu bestimmen und die jeweilige Strömungsmaschine mit einem anhand neuer gemessener Drehzahlen und des neuen Differenzwinkels bestimmten neuen Beschleunigungswert derart zu beschleunigen, dass der jeweilige Zielkuppelwinkel erreicht wird.

Beispielhaft ist ein Verfahren zum Kuppeln eines Strömungsmaschinenstrangs 9 mit einer ersten Teilwelle 1, die eine erste Strömungsmaschine und ein an der ersten Teilwelle 1 fest angebrachtes erstes Nutrad 4 aufweist, einer zweiten Teilwelle 2, die eine zweite Strömungsmaschine und ein an der zweiten Teilwelle 2 fest angebrachtes zweites Nutrad 5 aufweist, und einer ersten Überholkupplung 7, die eingerichtet ist die erste Teilwelle 1 mit der zweiten Teilwelle 2 zu kuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle 1 gleich der Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 ist, und die erste Teilwelle 1 von der

35

zweiten Teilwelle 2 zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle 1 niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle 2 ist, mit den Schritten durchzuführen: a) Rotieren der zweiten Teilwelle 2 mit einer Drehzahl niedriger als eine
5 Nenndrehzahl, die insbesondere von 45 bis 85 Hz beträgt, des Strömungsmaschinenstrangs 9, insbesondere mit einer Drehzahl von 1 bis 10 Hz, und Rotieren der ersten Teilwelle 1 mit einer Drehzahl niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle 2; b) Messen der Drehzahlen des ersten Nutrads 4 und des
10 zweiten Nutrads 5, wobei die Nuträder 4 bis 6 eine Mehrzahl an Nuten, insbesondere von 45 bis 75 Nuten, aufweisen, die von sich im Wesentlichen radial erstreckenden Flanken begrenzt sind und zum Messen der jeweiligen Drehzahl die Flanken erfasst werden; c) Messen des Differenzwinkels zwischen
15 der ersten Teilwelle 1 und der zweiten Teilwelle 2, wobei die Nuten ungleichmäßig verteilt entlang des Umfangs des Strömungsmaschinenstrangs 9 angeordnet sind und der Differenzwinkel anhand der ungleichmäßig verteilten Nuten bestimmt wird; d) Beschleunigen der ersten Strömungsmaschine und/oder der
20 zweiten Strömungsmaschine mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen und des Differenzwinkels bestimmten Beschleunigungswert derart, dass die beiden Teilwellen 1, 2 bei einem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln, wobei beim Beschleunigen der Strömungsmaschine ein neuer Differenz-
25 winkel bestimmt wird und die jeweilige Strömungsmaschine mit einem anhand neuer gemessener Drehzahlen und des neuen Differenzwinkels bestimmten neuen Beschleunigungswert derart beschleunigt wird, dass der Zielkuppelwinkel erreicht wird.

30 Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele 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
35 verlassen.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschinenstrang mit einer ersten Teilwelle (1),
die eine erste Strömungsmaschine und ein an der ersten
5 Teilwelle (1) fest angebrachtes erstes Nutrad (4) aufweist,
einer zweiten Teilwelle (2), die eine zweite Strömungsma-
schine und ein an der zweiten Teilwelle (2) fest angebrach-
tes zweites Nutrad (5) aufweist, einer ersten Überholkupp-
10 lung (7), die eingerichtet ist die erste Teilwelle (1) mit
der zweiten Teilwelle (2) zu kuppeln, wenn die Drehzahl der
ersten Teilwelle (1) gleich der Drehzahl der zweiten Teil-
welle (2) ist, und die erste Teilwelle (1) von der zweiten
Teilwelle (2) zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der ersten
15 Teilwelle (1) niedriger als die Drehzahl der zweiten Teil-
welle (2) ist, einem ersten Drehzahlmesser (11), der einge-
richtet ist die Drehzahl des ersten Nutrads (4) zu messen,
einem zweiten Drehzahlmesser (12), der eingerichtet ist die
Drehzahl des zweiten Nutrads (5) zu messen, und einer Steu-
ereinrichtung (14), die eingerichtet ist, den Differenzwin-
20 kel zwischen der ersten Teilwelle (1) und der zweiten Teil-
welle (2) zu bestimmen und bei einer Drehzahl der zweiten
Teilwelle (2) niedriger als eine Nenndrehzahl des Strö-
mungsmaschinenstrangs (9) und bei einer Drehzahl der ersten
Teilwelle (1) niedriger als die Drehzahl der zweiten Teil-
25 welle (2) mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen und
des Differenzwinkels bestimmten Beschleunigungswert die
erste Strömungsmaschine und/oder die zweite Strömungsma-
schine derart zu beschleunigen, dass die beiden Teilwellen
(1, 2) bei einem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel mitei-
30 nander kuppeln, wobei die Nuträder (4 bis 6) eine Mehrzahl
an Nuten aufweisen, die ungleichmäßig verteilt entlang des
Umfangs des Strömungsmaschinenstrangs (9) angeordnet sind,
und die Steuereinrichtung (14) eingerichtet ist anhand der
ungleichmäßig verteilten Nuten den Differenzwinkel zwischen
35 zwei benachbarten Teilwellen (1 bis 3) zu bestimmen.

2. Strömungsmaschinenstrang gemäß Anspruch 1,
wobei der Strömungsmaschinenstrang (9) eine dritte Teilwelle (3), die eine dritte Strömungsmaschine und ein an der dritten Teilwelle (3) fest angebrachtes drittes Nutrad (6)
5 aufweist, eine zweite Überholkupplung (8), die eingerichtet ist die zweite Teilwelle (2) mit der dritten Teilwelle (2) zu kuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle (2) gleich der Drehzahl der dritten Teilwelle (3) ist, und die
10 zweite Teilwelle (2) von der dritten Teilwelle (3) zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle (2) niedriger als die Drehzahl der dritten Teilwelle (3) ist, und einen dritten Drehzahlmesser (13) aufweist, der eingerichtet ist die Drehzahl des dritten Nutrads (6) zu messen, wobei die Steuereinrichtung (14) eingerichtet ist den Differenzwinkel zwischen der zweiten Teilwelle (2) und der dritten
15 Teilwelle (3) zu bestimmen und bei einer Drehzahl der dritten Teilwelle (3) niedriger als die Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs (9) und bei einer Drehzahl des zweiten Teilstrangs (2) niedriger als die Drehzahl des
20 dritten Teilstrangs (3) mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen des zweiten Nutrads (5) und des dritten Nutrads (6) sowie des Differenzwinkels zwischen der zweiten Teilwelle (2) und der dritten Teilwelle (3) bestimmten zweiten Beschleunigungswert die zweite Strömungsmaschine und/oder
25 die dritte Strömungsmaschine derart zu beschleunigen, dass die zweite Teilwelle (2) mit der dritten Teilwelle (3) bei einem vorherbestimmten zweiten Zielkuppelwinkel kuppelt.

3. Strömungsmaschinenstrang gemäß Anspruch 1 oder 2,
30 wobei die Steuereinrichtung (14) eingerichtet ist bei einer Drehzahl der zweiten Teilwelle (2) niedriger als ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs (9) die erste Teilwelle (1) mit der zweiten Teilwelle (2) und/oder
bei einer Drehzahl der dritten Teilwelle (3) niedriger als
35 ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs (9) die zweite Teilwelle (2) mit der dritten Teilwelle (3) bei dem jeweiligen Zielkuppelwinkel zu kuppeln.

4. Strömungsmaschinenstrang gemäß einem der Ansprüche 1 bis
3,
wobei die Nuträder (4 bis 6) eine Mehrzahl an Nuten aufwei-
sen, die von Flanken begrenzt sind, und die Drehzahlmesser
5 (11 bis 13) eingerichtet sind zum Messen der jeweiligen
Drehzahl die Flanken zu erfassen.
5. Strömungsmaschinenstrang gemäß einem der Ansprüche 1 bis
4,
10 wobei die Steuereinrichtung (14) eingerichtet ist, beim Be-
schleunigen der jeweiligen Strömungsmaschine einen neuen
Differenzwinkel zu bestimmen und die jeweilige Strömungsmas-
chine mit einem anhand neuer gemessener Drehzahlen und des
neuen Differenzwinkels bestimmten neuen Beschleunigungswert
15 derart zu beschleunigen, dass der jeweilige Zielkuppelwin-
kel erreicht wird.

6. Verfahren zum Kuppeln eines Strömungsmaschinenstrangs (9) mit einer ersten Teilwelle (1), die eine erste Strömungsmaschine und ein an der ersten Teilwelle (1) fest angebrachtes erstes Nutrad (4) aufweist, einer zweiten Teilwelle (2), die eine zweite Strömungsmaschine und ein an der zweiten Teilwelle (2) fest angebrachtes zweites Nutrad (5) aufweist, und einer ersten Überholkupplung (7), die eingerichtet ist die erste Teilwelle (1) mit der zweiten Teilwelle (2) zu kuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle (1) gleich der Drehzahl der zweiten Teilwelle (2) ist, und die erste Teilwelle (1) von der zweiten Teilwelle (2) zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der ersten Teilwelle (1) niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle (2) ist, mit den Schritten:

- a) Rotieren der zweiten Teilwelle (2) mit einer Drehzahl niedriger als eine Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs (9) und Rotieren der ersten Teilwelle (1) mit einer Drehzahl niedriger als die Drehzahl der zweiten Teilwelle (2);
- b) Messen der Drehzahlen des ersten Nutrads (4) und des zweiten Nutrads (5);
- c) Messen des Differenzwinkels zwischen der ersten Teilwelle (1) und der zweiten Teilwelle (2);
- d) Beschleunigen der ersten Strömungsmaschine und/oder der zweiten Strömungsmaschine mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen und des Differenzwinkels bestimmten Beschleunigungswert derart, dass die beiden Teilwellen (1, 2) bei einem vorherbestimmten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln, wobei die Nuträder (4 bis 6) eine Mehrzahl an Nuten aufweisen, die ungleichmäßig verteilt entlang des Umfangs des Strömungsmaschinenstrangs (9) angeordnet sind, und der Differenzwinkel zwischen zwei benachbarten Teilwellen (1 bis 3) anhand der ungleichmäßig verteilten Nuten bestimmt wird..

7. Verfahren gemäß Anspruch 6,

wobei der Strömungsmaschinenstrang (9) eine dritte Teilwelle (3), die eine dritte Strömungsmaschine und ein fest an der dritten Teilwelle (3) angebrachtes drittes Nutrad (4) aufweist, und eine zweite Überholkupplung (8) aufweist, die eingerichtet ist die zweite Teilwelle (2) mit der dritten Teilwelle (3) zu kuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle (2) gleich der Drehzahl der dritten Teilwelle (2) ist, und die zweite Teilwelle (2) von der dritten Teilwelle (2) zu entkuppeln, wenn die Drehzahl der zweiten Teilwelle (2) niedriger als die Drehzahl der dritten Teilwelle (3) ist, mit den Schritten:

a1) Rotieren der dritten Teilwelle (3) mit einer Drehzahl niedriger als eine Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs (9) und Rotieren der zweiten Teilwelle (2) mit einer Drehzahl niedriger als die Drehzahl der dritten Teilwelle (3);

b1) Messen der Drehzahl des dritten Nutrads (6);

c1) Messen des Differenzwinkels zwischen der zweiten Teilwelle (2) und der dritten Teilwelle (3);

d1) Beschleunigen der zweiten Strömungsmaschine und/oder der dritten Strömungsmaschine mit einem anhand der gemessenen Drehzahlen des zweiten Nutrads (5) und des dritten Nutrads (6) und des Differenzwinkels zwischen der zweiten Teilwelle (2) und der dritten Teilwelle (3) bestimmten Beschleunigungswert derart, dass die beiden Teilwellen (2, 3) bei einem vorherbestimmten zweiten Zielkuppelwinkel miteinander kuppeln.

8. Verfahren gemäß Anspruch 6 oder 7,

wobei in Schritt a) die zweite Teilwelle (2) und/oder in Schritt a1) die dritte Teilwelle (3) mit einer Drehzahl niedriger als ein Fünftel der Nenndrehzahl des Strömungsmaschinenstrangs (9) rotiert wird.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8,
wobei die Nuträder (4 bis 6) eine Mehrzahl an Nuten aufwei-
sen, die von Flanken begrenzt sind, und zum Messen der je-
weiligen Drehzahl die Flanken erfasst werden.

5

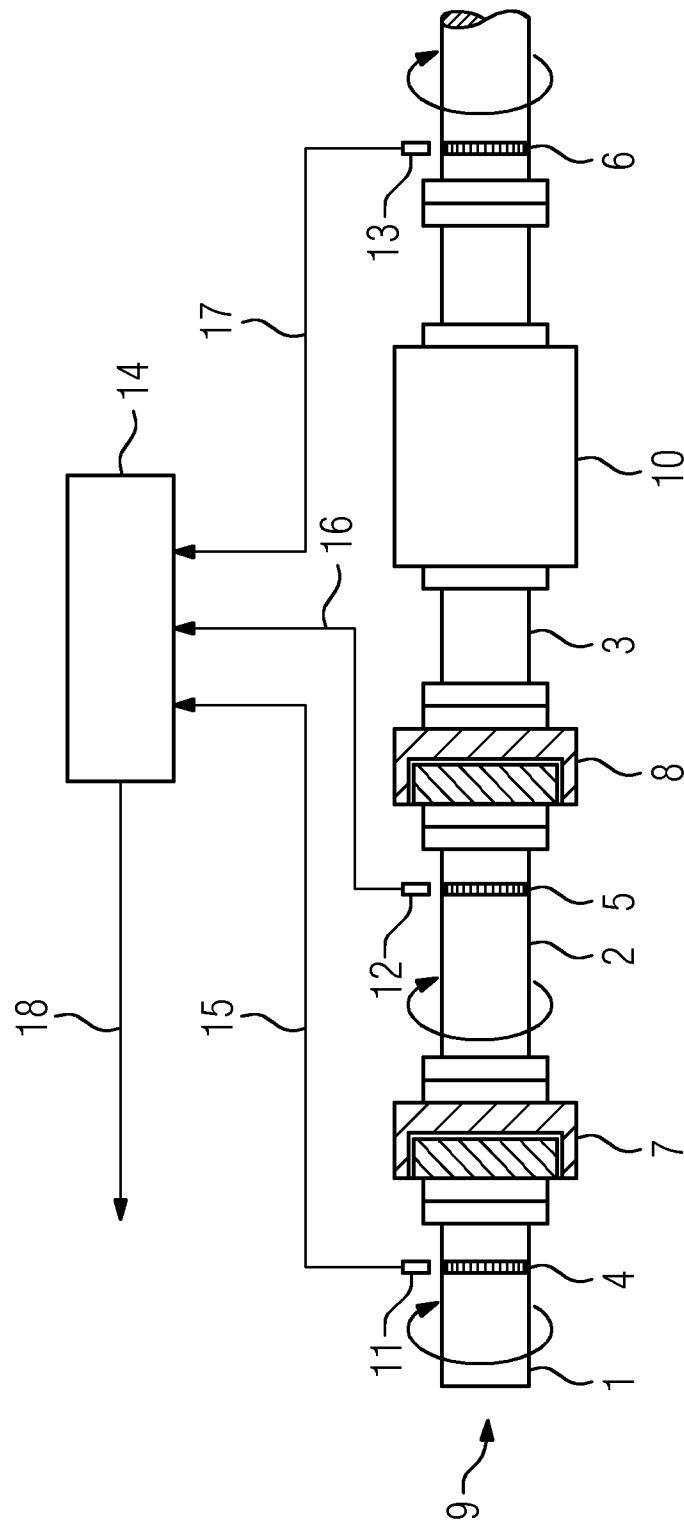
10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9,
wobei das Verfahren beim Anfahren des Strömungsmaschinen-
strangs (9) und/oder, in dem Fall, dass mindestens eine der
Teilwellen (1, 2) vom Rest des Gasturbinenstrangs (9) ent-
kuppelt ist, beim Abfahren des Gasturbinenstrangs (9)
durchgeführt wird.

10

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 10,
wobei in Schritt d) und/oder d1) beim Beschleunigen der je-
weiligen Strömungsmaschine ein neuer Differenzwinkel be-
stimmt wird und die jeweilige Strömungsmaschine mit einem
anhand neuer gemessener Drehzahlen und des neuen Differenz-
winkels bestimmten neuen Beschleunigungswert derart be-
schleunigt wird, dass der jeweilige Zielkuppelwinkel er-
reicht wird.

15

20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056118

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F01D13/00 F01D19/00 F02C6/02 F02C7/26
 ADD.
 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)
 F01D F02C

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 practicable, 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.
A	US 2015/059347 A1 (CLAYTON PETER JON [US] ET AL) 5 March 2015 (2015-03-05) figures 1-3, 5 paragraph [0014] - paragraph [0016] paragraph [0020] - paragraph [0022] paragraph [0025]	1-11
A	EP 2 813 675 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17 December 2014 (2014-12-17) figures 1-5	1-11
A	EP 2 848 774 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18 March 2015 (2015-03-18) figure 1	1-11
A	US 6 140 803 A (HURLEY JOSEPH DAVID [US] ET AL) 31 October 2000 (2000-10-31) figures 1-3	1-11
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 19 May 2017	Date of mailing of the international search report 30/05/2017
--	--

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 Werner, Christopher
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056118

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3 002 476 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6 April 2016 (2016-04-06) figures 3-6 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056118

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2015059347	A1	05-03-2015	CN 105473826 A	06-04-2016
			EP 3039255 A1	06-07-2016
			JP 2016530447 A	29-09-2016
			KR 20160046910 A	29-04-2016
			US 2015059347 A1	05-03-2015
			WO 2015031042 A1	05-03-2015

EP 2813675	A1	17-12-2014	CN 105308273 A	03-02-2016
			EP 2813675 A1	17-12-2014
			EP 2984304 A1	17-02-2016
			JP 2016528415 A	15-09-2016
			KR 20160017085 A	15-02-2016
			US 2016130983 A1	12-05-2016
			WO 2014198649 A1	18-12-2014

EP 2848774	A1	18-03-2015	EP 2848774 A1	18-03-2015
			EP 3055515 A2	17-08-2016
			KR 20160055878 A	18-05-2016
			WO 2015039909 A2	26-03-2015

US 6140803	A	31-10-2000	NONE	

EP 3002476	A1	06-04-2016	EP 3002476 A1	06-04-2016
			EP 3177842 A1	14-06-2017
			WO 2016050671 A1	07-04-2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01D13/00 F01D19/00 F02C6/02 F02C7/26 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01D F02C		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2015/059347 A1 (CLAYTON PETER JON [US] ET AL) 5. März 2015 (2015-03-05) Abbildungen 1-3, 5 Absatz [0014] - Absatz [0016] Absatz [0020] - Absatz [0022] Absatz [0025]	1-11
A	----- EP 2 813 675 A1 (SIEMENS AG [DE]) 17. Dezember 2014 (2014-12-17) Abbildungen 1-5	1-11
A	----- EP 2 848 774 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18. März 2015 (2015-03-18) Abbildung 1	1-11
A	----- US 6 140 803 A (HURLEY JOSEPH DAVID [US] ET AL) 31. Oktober 2000 (2000-10-31) Abbildungen 1-3	1-11
	----- -/--	
<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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. Mai 2017		30/05/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Werner, Christopher

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 3 002 476 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6. April 2016 (2016-04-06) Abbildungen 3-6 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056118

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015059347 A1	05-03-2015	CN 105473826 A	06-04-2016
		EP 3039255 A1	06-07-2016
		JP 2016530447 A	29-09-2016
		KR 20160046910 A	29-04-2016
		US 2015059347 A1	05-03-2015
		WO 2015031042 A1	05-03-2015

EP 2813675 A1	17-12-2014	CN 105308273 A	03-02-2016
		EP 2813675 A1	17-12-2014
		EP 2984304 A1	17-02-2016
		JP 2016528415 A	15-09-2016
		KR 20160017085 A	15-02-2016
		US 2016130983 A1	12-05-2016
		WO 2014198649 A1	18-12-2014

EP 2848774 A1	18-03-2015	EP 2848774 A1	18-03-2015
		EP 3055515 A2	17-08-2016
		KR 20160055878 A	18-05-2016
		WO 2015039909 A2	26-03-2015

US 6140803 A	31-10-2000	KEINE	

EP 3002476 A1	06-04-2016	EP 3002476 A1	06-04-2016
		EP 3177842 A1	14-06-2017
		WO 2016050671 A1	07-04-2016
