



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.07.2018 Patentblatt 2018/27

(51) Int Cl.:
F04B 17/03 ^(2006.01) **F04B 49/06** ^(2006.01)
F04B 49/20 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17210615.5**

(22) Anmeldetag: **27.12.2017**

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

(71) Anmelder: **Hans Pregler GmbH Co KG**
94469 Deggendorf (DE)

(72) Erfinder: **Alber, Siegmund**
94554 Moos (DE)

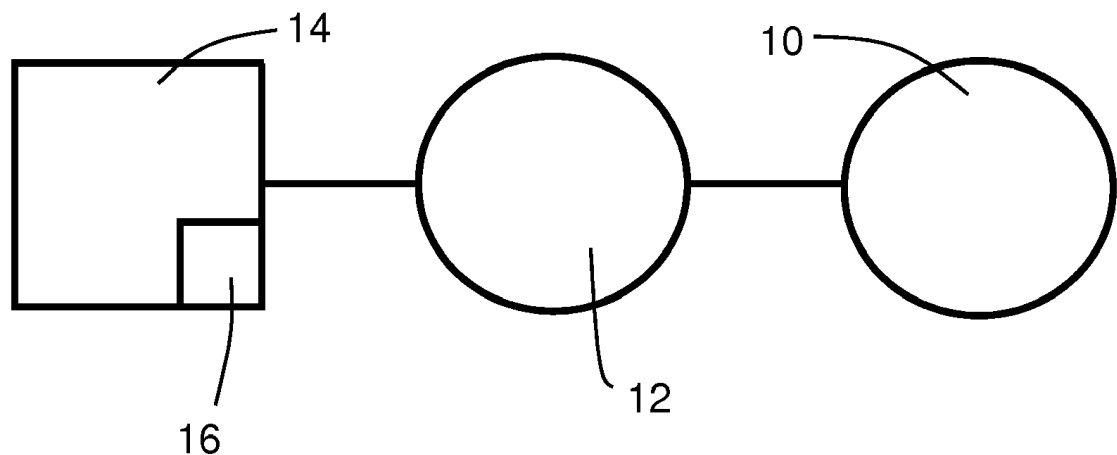
(74) Vertreter: **Lichtnecker, Markus Christoph**
Lichtnecker & Lichtnecker
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Im Schloßpark Gern 2
84307 Eggenfelden (DE)

(30) Priorität: **29.12.2016 DE 102016125837**

(54) **ANTRIEBSVORRICHTUNG FÜR EINE FLUIDPUMPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für eine Fluidpumpe mit einem Förderwerk, das dazu ausgebildet ist, bei jeder Umdrehung ein Fördervolumen zu fördern, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Fluidpumpe.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für eine Fluidpumpe mit einem Förderwerk, das dazu ausgebildet ist, bei jeder Umdrehung ein Fördervolumen zu fördern, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Fluidpumpe. Die Antriebsvorrichtung umfasst einen Antriebsmotor zum Antreiben des Förderwerks mit einer Drehzahl.

[0002] Es sind Verfahren bekannt, bei denen die Energieeffizienz von drehzahlvariablen Pumpen verbessert wird. Dabei kann die Drehzahl des Antriebs als Stellgröße vorgegeben werden. Die Steuerung erfolgt an der Pumpe selbst. Auch werden zur Bestimmung der Drehzahl externe Sensoren, z.B. zur Ermittlung des Volumenstroms oder des Förderdrucks, herangezogen.

[0003] Diese Sensoren sind in der Herstellung und der Wartung vergleichsweise kostenintensiv.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Antriebsvorrichtung der eingangs genannten Art, ein System mit einer Antriebsvorrichtung und einer Fluidpumpe sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Fluidpumpe dahingehend zu verbessern, dass auf einfache und kostengünstige Weise Energie eingespart wird.

[0005] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Antriebsvorrichtung, das System sowie das Verfahren der unabhängigen Ansprüche.

[0006] Bei der Fluidpumpe kann es sich insbesondere um eine Axialkolbenpumpe oder Radialkolbenpumpe handeln. Die Fluidpumpe kann vorzugsweise als Verstell- oder Regelpumpe ausgebildet sein, d.h. das Fördervolumen kann variiert werden. Grundsätzlich ist jedoch auch der Einsatz einer Konstantpumpe denkbar.

[0007] Erfindungsgemäß umfasst die Antriebsvorrichtung einen Frequenzumrichter. Während herkömmliche Pumpenanordnungen häufig von unmittelbar am Netz betriebenen Asynchronmotoren betrieben werden, ist vorliegend ein Frequenzumrichter dem Antriebsmotor vorgeschaltet.

[0008] Der Begriff Frequenzumrichter ist breit zu verstehen und umfasst jede Art von drehzahlveränderlichen Stelleinheiten.

[0009] Die Antriebsvorrichtung umfasst eine Steuerungsvorrichtung, die dazu ausgebildet ist, ohne externe Sensoren, also sensorlos, eine Soll-Drehzahl zu bestimmen, wobei die Soll-Drehzahl einer auf den Gesamtwirkungsgrad der Antriebsvorrichtung und der Fluidpumpe optimierten Drehzahl entspricht.

[0010] Im Gegensatz zu herkömmlichen Pumpenanordnungen wird erfindungsgemäß der Gesamtwirkungsgrad betrachtet, also von der Energiezuführung am Eingang bis zur hydraulische Leistung, z.B. Druck und Fördermenge, die am Ausgang zur Verfügung gestellt wird. Der Druck kann vorzugsweise stets aufrechterhalten werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Pumpenanordnungen wird der Druck also insbesondere nicht angepasst.

[0011] Der Begriff Soll-Drehzahl ist breit zu verstehen

und umfasst beispielsweise auch einen Soll-Drehzahlbereich. Die Soll-Drehzahl, also die Drehzahl, bei der der Gesamtwirkungsgrad hoch ist und somit Energie eingespart wird, kann ohne externe Sensoren wie beispielsweise Sensoren zur Bestimmung des Volumenstroms, des Förderdrucks oder des Schwenkwinkels bestimmt werden. Kosten können hierbei sowohl bei der Herstellung als auch bei der Wartung eingespart werden.

[0012] Die Steuerungsvorrichtung steuert die Pumpe dann insbesondere mit der bestimmten Soll-Drehzahl. Es wird also gewissermaßen die Möglichkeit der Fluidpumpe im Regelbereich beschnitten, um einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen. Die prozentuale Energieeinsparung ist dadurch beispielsweise bei hydraulischen Pressen oder Einzelaggregaten hoch.

[0013] Weiterbildungen der Erfindung sind auch den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie den beigefügten Zeichnungen zu entnehmen.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform ist die Soll-Drehzahl lediglich anhand von technischen Daten des Antriebsmotors, des Frequenzumrichters und/oder der Fluidpumpe bestimmbar. Alternativ oder zusätzlich ist die Soll-Drehzahl in einem Speicher hinterlegt.

[0015] Die Soll-Drehzahl wird folglich insbesondere ausschließlich anhand von technische Daten errechnet bzw. anhand eines in einem Speicher hinterlegten Datensatzes bestimmt. Beispielsweise Messungen des Volumenstroms, des Förderdrucks oder des Schwenkwinkels sind für die Berechnung der Soll-Drehzahl nicht vorgesehen, grundsätzlich jedoch zusätzlich denkbar.

[0016] Nach einer weiteren Ausführungsform umfassen die technischen Daten die Ausgangsleistung des Antriebsmotors, den Betriebsdruck der Fluidpumpe, das Fördervolumen der Fluidpumpe, die Ist-Drehzahl aus dem Frequenzumrichter und/oder das Drehmoment aus dem Frequenzumrichter, auf das reguliert wird.

[0017] Um den besten Gesamtwirkungsgrad im jeweiligen Teillastbereich zu erhalten, kann durch Erstellen eines Steueralgorithmus in der Steuerungsvorrichtung jeweils die optimale Soll-Drehzahl errechnet werden.

[0018] Insbesondere wird hierbei der Schwenkwinkel auch im Teillastbereich annähernd voll, d.h. mindestens 80 %, vorzugsweise wenigstens 90 %, besonderes bevorzugt zumindest 95 %, ausgeschwenkt. Dadurch kann dieser im bestmöglichen Betriebspunkt gehalten werden.

[0019] Neben den technischen Daten der Fluidpumpe, insbesondere des Betriebsdrucks, können beispielsweise auch die vom Frequenzumrichter zur Verfügung gestellten Ist-Drehzahl-Werte zur Berechnung der Soll-Drehzahl herangezogen werden.

[0020] Die Soll-Drehzahl ist insbesondere proportional zur Ausgangsleistung des Antriebsmotors, vorzugsweise der Leistung an der Welle, und dem Gesamtwirkungsgrad. Ferner ist die Soll-Drehzahl umgekehrt proportional zum Betriebsdruck und dem Fördervolumen der Fluidpumpe pro Umdrehung.

[0021] Es ergibt sich somit insbesondere folgender Berechnungsansatz:

Soll-Drehzahl $\sim$ Leistung an der Welle $\cdot$ 600.000 $\cdot$
Gesamtwirkungsgrad / (Betriebsdruck $\cdot$ Fördervolu-
men der Fluidpumpe pro Umdrehung).

[0022] Die Drehzahl kann durch die Steuerungsvorrichtung für jeden Teillastbereich automatisch angepasst werden. So kann die Drehzahl z.B. verringert werden, um eine Torkelscheibe bzw. einen Schrägling einer Fluidpumpe optimal auszulenken und den Gesamtwirkungsgrad zu verbessern.

[0023] Dies führt zu einer wesentlichen Wirkungsgraderhöhung und somit zu einer wesentlichen Steigerung der Energieeffizienz des Gesamtsystems einer Hydraulikversorgung.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Antriebsmotor als Reluktanzmotor oder als Synchronservomotor ausgebildet. Grundsätzlich kann z.B. auch ein Gleichstrom-, Drehstrom- oder Asynchronmotor vorgesehen sein.

[0025] Durch die Verwendung eines Reluktanz- bzw. Synchronservomotors in Verbindung mit einem Frequenzumrichter anstelle eines Asynchronmotors, der direkt am Netz betrieben wird, ist eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades im Nennbetriebspunkt von bis etwa 6 % zu erreichen, abhängig von der Optimierung des Frequenzumrichters. Zudem werden bei einer derartigen Anordnung aus Reluktanz- bzw. Synchronservomotor, Frequenzumrichter und Axial- bzw. Radialkolbenpumpe der Anlaufstrom und die vom Netz geforderte Blindleistung wesentlich reduziert. Für ein System aus Reluktanz- bzw. Synchronservomotor, Frequenzumrichter und Axial- bzw. Radialkolbenpumpe wird auch unabhängig Schutz beansprucht.

[0026] Nach einer weiteren Ausführungsform weist der Frequenzumrichter die Steuerungsvorrichtung auf. Während sich herkömmliche Fluidpumpen selbst regeln, ist die Steuerungsvorrichtung nicht in der Fluidpumpe angeordnet. Auch bestehende Fluidpumpen können dadurch auf einfache Weise nachgerüstet werden, da lediglich ein Frequenzumrichter mit einer entsprechenden Steuerungsvorrichtung vorgeschaltet werden muss. Alternativ kann die Steuerungsvorrichtung auch als separates Bauteil ausgebildet sein.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Steuerungsvorrichtung dazu ausgebildet, für jeden Teillastbereich eine Soll-Drehzahl zu bestimmen. Die Drehzahl kann somit für jeden Teillastbereich automatisch angepasst werden, wodurch für den jeweiligen Teillastbereich der beste Gesamtwirkungsgrad erreicht wird.

[0028] Nach einer weiteren Ausführungsform umfasst die Steuerungsvorrichtung einen Speicher oder hat Zugriff auf einen Speicher, in dem ein Datensatz hinterlegt ist. Vorzugsweise kann der Datensatz z.B. in Form einer Tabelle, eines Polygonzugs oder eines Kennfelds hinterlegt sein. Der Datensatz umfasst Soll-Drehzahlen in Abhängigkeit von Drehmomenten aus dem Frequenzumrichter, auf die reguliert wird.

[0029] Zur Erstellung des Datensatzes können z.B. der Start und das Ende gemessen bzw. empirisch bestimmt werden. So kann die Anlage beispielsweise mit einer Mindestdrehzahl und einer überhöhten Drehzahl gefahren werden. Zwischen den gemessenen bzw. empirisch bestimmten Daten kann interpoliert werden.

[0030] Die Steuerungsvorrichtung wählt aus dem Datensatz das Drehmoment aus dem Frequenzumrichter, auf das reguliert wird, aus und ermittelt im Datensatz die entsprechende Soll-Drehzahl, mit der die Fluidpumpe betrieben werden soll.

[0031] Die Erfindung betrifft auch ein System mit einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung und einer Fluidpumpe. Es können einerseits bestehende Fluidpumpen mit einer Antriebsvorrichtung nachgerüstet und andererseits neue Gesamtsysteme hergestellt werden.

[0032] Gemäß einer Ausführungsform ist die Fluidpumpe als Axialkolbenpumpe oder Radialkolbenpumpe ausgebildet.

[0033] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Fluidpumpe mit einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung, bei dem ohne externe Sensoren, also sensorlos, eine Soll-Drehzahl bestimmt wird, wobei die Soll-Drehzahl einer auf den Gesamtwirkungsgrad der Antriebsvorrichtung und der Fluidpumpe optimierten Drehzahl entspricht.

[0034] Insbesondere wird die Fluidpumpe dann mit der entsprechenden Soll-Drehzahl betrieben. So kann im Teillastbereich der Fluidpumpe durch Ermitteln des Lastprofils die Drehzahl soweit verringert werden, dass der Schwenkwinkel der Fluidpumpe bei maximal geförderter Menge im optimalen Schwenkwinkel betrieben wird. Dies kann beispielsweise durch eine fest eingestellte Soll-Drehzahl erreicht werden, z.B. 950 Umdrehungen pro Minute. Bereits dadurch lässt sich in diesem Betriebspunkt der Gesamtwirkungsgrad um rund 9 % erhöhen.

[0035] Neben dieser manuellen Verringerung der Drehzahl kann die Drehzahl auch automatisiert angepasst werden. So kann die Drehzahl entsprechend angepasst werden, um im jeweiligen Teillastbereich automatisch den besten Gesamtwirkungsgrad zu erhalten. Dabei kann auf einen Steuerungsalgorithmus zurückgegriffen werden. Steigerungen des Gesamtwirkungsgrads um rund 10 % sind dadurch möglich.

[0036] Alle hier beschriebenen Ausführungsformen der Vorrichtung sowie des Systems sind insbesondere dazu ausgebildet, nach dem hier beschriebenen Verfahren betrieben zu werden. Ferner können alle hier beschriebenen Ausführungsformen der Vorrichtung bzw. des Systems sowie alle hier beschriebenen Ausführungsformen des Verfahrens jeweils miteinander kombiniert werden, insbesondere auch losgelöst von der konkreten Ausgestaltung, in deren Zusammenhang sie erwähnt werden.

[0037] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems,
- Fig. 2 den Wirkungsgradverlauf in Abhängigkeit vom Volumenstrom bei einem erfindungsgemäßen System,
- Fig. 3 den Wirkungsgradverlauf in Abhängigkeit vom Volumenstrom bei einem erfindungsgemäßen System bei optimierter, manueller Drehzahlanpassung, und
- Fig. 4 den Wirkungsgradverlauf in Abhängigkeit vom Volumenstrom bei einem erfindungsgemäßen System bei optimierter, automatisierter Drehzahlanpassung.

[0038] Zunächst ist zu bemerken, dass die dargestellten Ausführungsformen rein beispielhafter Natur sind. Die Merkmale einer Ausführungsform können auch beliebig mit Merkmalen einer anderen Ausführungsform kombiniert werden.

[0039] Fig. 1 zeigt eine Fluidpumpe 10, z.B. eine Axialkolben- oder Radialkolbenpumpe, sowie einen Antriebsmotor 12, beispielsweise einen Reluktanz- oder Synchronservomotor, welcher die Fluidpumpe 10 mit einer bestimmten Drehzahl antreibt.

[0040] Die Drehzahl, mit der die Fluidpumpe 10 gesteuert wird, ist grundsätzlich beliebig. Diese kann z.B. im Bereich von 300 bis 3.000 Umdrehungen pro Minute, insbesondere 500 bis 1.500 Umdrehungen pro Minute, liegen.

[0041] Über einen Frequenzumrichter 14, welcher eine Steuerungsvorrichtung 16 umfasst, kann eine Soll-Drehzahl bestimmt werden. Der Antriebsmotor 12 kann mit der Soll-Drehzahl betrieben werden, um einen Gesamtwirkungsgrad η der Anordnung zu erhöhen.

[0042] In Fig. 2 ist der Gesamtwirkungsgrad η in Abhängigkeit vom Volumenstrom V in Liter pro Minute dargestellt. Die Kurve A zeigt den Verlauf einer herkömmlichen Anordnung mit einem Asynchronmotor, welcher direkt aus dem Netz betrieben wird, d.h. ohne Frequenzumrichter 14.

[0043] Der höchste Wirkungsgrad η stellt sich hierbei erst bei relativ hohen Volumenströmen von etwa 95 % ihres Nennvolumens ein. Fluidpumpen 10 werden jedoch meist mit Volumenströmen zwischen etwa 20 und 80 % ihres Nennvolumens betrieben.

[0044] Durch die Verwendung einer Anordnung mit einer Axialkolben- bzw. Radialkolbenpumpe 10, einem Reluktanz- oder Synchronservomotor 12 sowie einem Frequenzumrichter 14 kann je nach Optimierung des Frequenzumrichters 14 eine erhebliche Steigerung des Gesamtwirkungsgrads η erreicht werden, wie durch die Kurve S ersichtlich ist. Auch im normalen Betriebsbereich mit Volumenströmen zwischen etwa 20 und 80 % ihres Nennvolumens ist eine deutliche Erhöhung des Gesamtwirkungsgrads η ersichtlich.

[0045] Der Gesamtwirkungsgrads η kann sich im Vergleich zu einer herkömmlichen Anordnung um bis ca. 6 % erhöhen.

[0046] In Fig. 3 ist der Gesamtwirkungsgrad η in Abhängigkeit vom Volumenstrom V in Liter pro Minute dargestellt. Als Referenz sind abermals die die Kurven A und S dargestellt.

[0047] Im Teillastbereich der Fluidpumpe 10 kann durch Ermitteln des Lastprofils die Drehzahl soweit verringert werden, dass der Schwenkwinkel der Fluidpumpe 10 bei maximal geförderter Menge im optimalen Schwenkwinkel betrieben wird. Dies kann beispielsweise durch eine fest eingestellte Soll-Drehzahl erreicht werden, z.B. 950 Umdrehungen pro Minute. Bereits dadurch lässt sich in diesem Betriebspunkt der Gesamtwirkungsgrad η um rund 9 % erhöhen.

[0048] Die dargestellten Kurven geben den Verlauf für verschiedene Soll-Drehzahlen wieder. So repräsentiert die Kurve S500 eine Soll-Drehzahl von 500 Umdrehungen pro Minute. Der Gesamtwirkungsgrad η wird dabei gerade bei niedrigen Volumenströmen deutlich erhöht. S600 entspricht einer Soll-Drehzahl von 600 Umdrehungen pro Minute, S700 einer Soll-Drehzahl von 700 Umdrehungen pro Minute, S800 einer Soll-Drehzahl von 800 Umdrehungen pro Minute, S900 einer Soll-Drehzahl von 900 Umdrehungen pro Minute und S1000 einer Soll-Drehzahl von 1.000 Umdrehungen pro Minute.

[0049] Je höher die Soll-Drehzahl, desto weiter nach rechts, also in Richtung höherer Volumenströme V , verschiebt sich der maximale Gesamtwirkungsgrad η .

[0050] In Fig. 4 ist der Gesamtwirkungsgrad η in Abhängigkeit vom Volumenstrom V in Liter pro Minute dargestellt. Als Referenz sind abermals die die Kurven A und S dargestellt.

[0051] Die Kurve R entspricht dem Verlauf des Gesamtwirkungsgrads η , wobei die Soll-Drehzahl automatisch mithilfe eines Steuerungs- bzw. Regelalgorithmus in der Steuerungsvorrichtung 16 bestimmt wird.

[0052] Neben den technischen Daten der Fluidpumpe, insbesondere des Betriebsdrucks, können beispielsweise auch die vom Frequenzumrichter zur Verfügung gestellten Ist-Drehzahl-Werte zur Berechnung der Soll-Drehzahl herangezogen werden. Daten aus externen Sensoren werden hingegen nicht verwendet, um die jeweilige Soll-Drehzahl zu bestimmen.

[0053] Die Soll-Drehzahl ist insbesondere proportional zur Ausgangsleistung des Antriebsmotors 12 und dem Gesamtwirkungsgrad η . Ferner ist die Soll-Drehzahl umgekehrt proportional zum Betriebsdruck und dem Fördervolumen der Fluidpumpe 10 pro Umdrehung.

Nach dem Berechnungsansatz

[0054] Soll-Drehzahl $\sim$ Leistung an der Welle $\cdot$ 600.000 $\cdot$ Gesamtwirkungsgrad / (Betriebsdruck $\cdot$ Fördervolumen der Fluidpumpe pro Umdrehung) kann die Steuerungsvorrichtung 16 für jeden Teillastbereich die optimale Soll-Drehzahl bestimmen und für den entsprechenden Volu-

menstrom V automatisch anpassen.

[0055] Dies führt im gesamten Teillastbereich zu einer erheblichen Verbesserung des Gesamtwirkungsgrad η . So sind Steigerungen von etwa 10 % erreichbar.

Bezugszeichenliste

[0056]

10	Fluidpumpe, Axialkolbenpumpe, Radialkolbenpumpe	10
12	Antriebsmotor, Reluktanzmotor, Synchronservomotor	
14	Frequenzumrichter	
16	Steuerungsvorrichtung	15
η	Gesamtwirkungsgrad	
V	Volumenstrom	
A	Verlauf bei Asynchronmotor ohne Frequenzumrichter	20
S	Verlauf bei Synchronservomotor mit Frequenzumrichter	
S500	Verlauf bei Soll-Drehzahl von 500 Umdrehungen pro Minute	
S600	Verlauf bei Soll-Drehzahl von 600 Umdrehungen pro Minute	25
S700	Verlauf bei Soll-Drehzahl von 700 Umdrehungen pro Minute	
S800	Verlauf bei Soll-Drehzahl von 800 Umdrehungen pro Minute	30
S900	Verlauf bei Soll-Drehzahl von 900 Umdrehungen pro Minute	
S1000	Verlauf bei Soll-Drehzahl von 1000 Umdrehungen pro Minute	
R	Verlauf bei automatisierter Anpassung der Soll-Drehzahl	35

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung für eine Fluidpumpe (10), insbesondere Axialkolbenpumpe oder Radialkolbenpumpe, mit einem Förderwerk, das dazu ausgebildet ist, bei jeder Umdrehung ein Fördervolumen zu fördern, umfassend einen Antriebsmotor (12) zum Antreiben des Förderwerks mit einer Drehzahl, einen Frequenzumrichter (14), und eine Steuerungsvorrichtung (16), die dazu ausgebildet ist, ohne externe Sensoren eine Soll-Drehzahl zu bestimmen, wobei die Soll-Drehzahl einer auf den Gesamtwirkungsgrad der Antriebsvorrichtung und der Fluidpumpe (10) optimierten Drehzahl entspricht.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Soll-Drehzahl lediglich anhand von technischen Daten des Antriebsmotors (12), des Frequen-

zumrichters (14) und/oder der Fluidpumpe (10) bestimmbar und/oder in einem Speicher hinterlegt ist.

3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die technischen Daten die Ausgangsleistung des Antriebsmotors (12), den Betriebsdruck der Fluidpumpe (10), das Fördervolumen der Fluidpumpe (10), die Ist-Drehzahl aus dem Frequenzumrichter (14) und/oder das Drehmoment aus dem Frequenzumrichter (14), auf das reguliert wird, umfassen.
4. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Antriebsmotor (12) als Reluktanzmotor oder als Synchronservomotor ausgebildet ist.
5. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Frequenzumrichter (14) die Steuerungsvorrichtung (16) aufweist.
6. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Steuerungsvorrichtung (16) dazu ausgebildet ist, für jeden Teillastbereich eine Soll-Drehzahl zu bestimmen.
7. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Steuerungsvorrichtung (16) einen Speicher umfasst oder Zugriff auf einen Speicher hat, in dem ein Datensatz, insbesondere Polygonzug, hinterlegt ist, welcher Soll-Drehzahlen in Abhängigkeit von Drehmomenten aus dem Frequenzumrichter (14), auf die reguliert wird, umfasst.
8. System mit einer Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einer Fluidpumpe (10) mit einem Förderwerk, das dazu ausgebildet ist, bei jeder Umdrehung ein Fördervolumen zu fördern.
9. System nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Fluidpumpe (10) als Axialkolbenpumpe oder Radialkolbenpumpe ausgebildet ist.
10. Verfahren zum Betreiben einer Fluidpumpe (10) mit einer Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem ohne externe Sensoren eine Soll-Drehzahl bestimmt wird, wobei die Soll-Drehzahl einer auf den Gesamtwirkungsgrad der Antriebsvorrichtung und der Fluidpumpe (10) optimier-

ten Drehzahl entspricht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

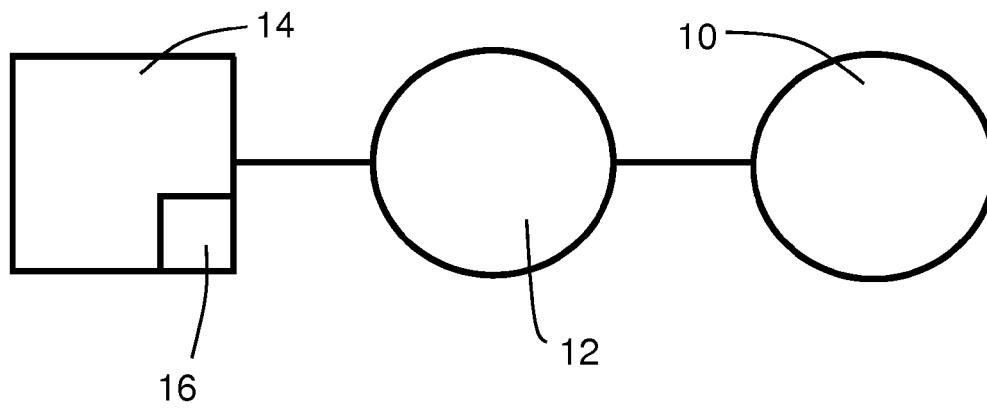


Fig. 2

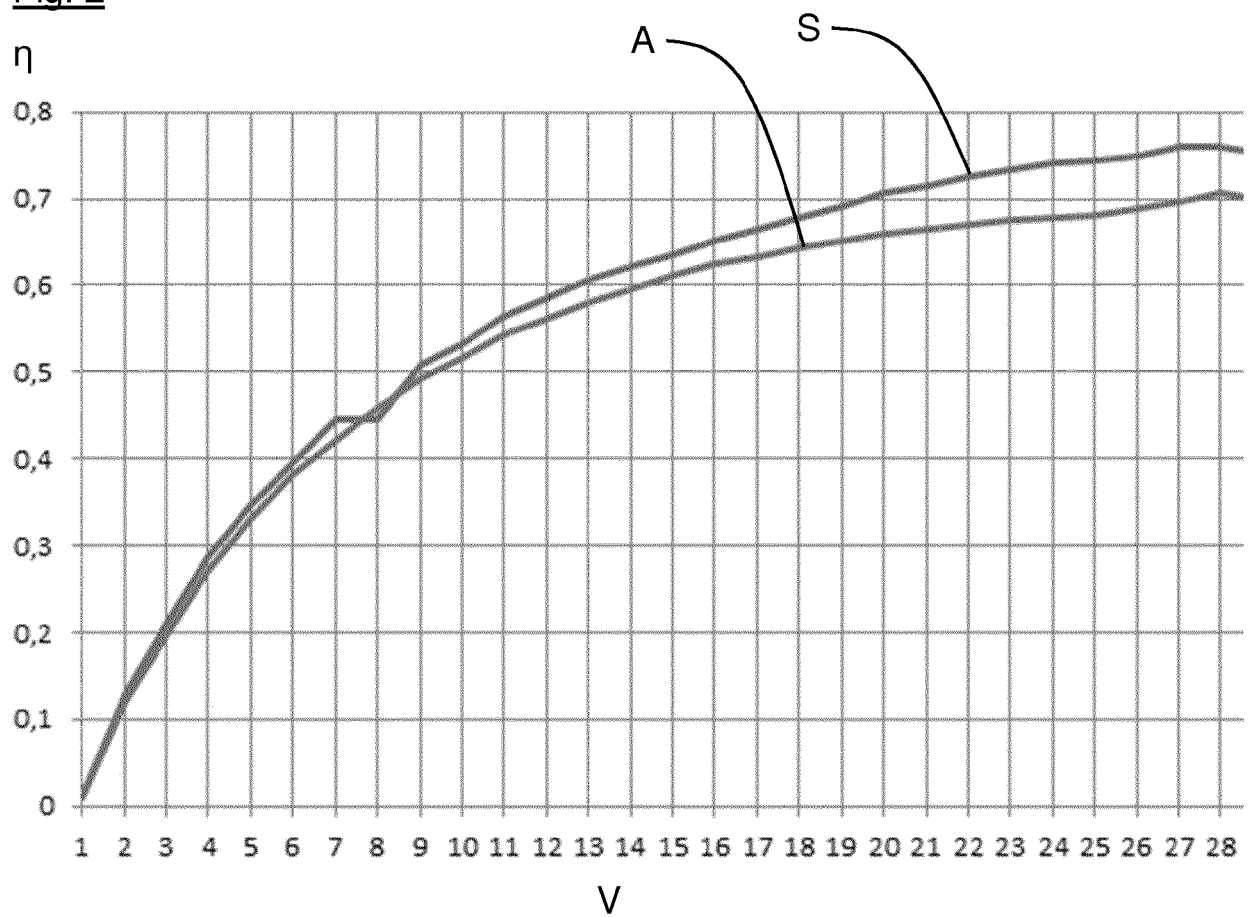


Fig. 3

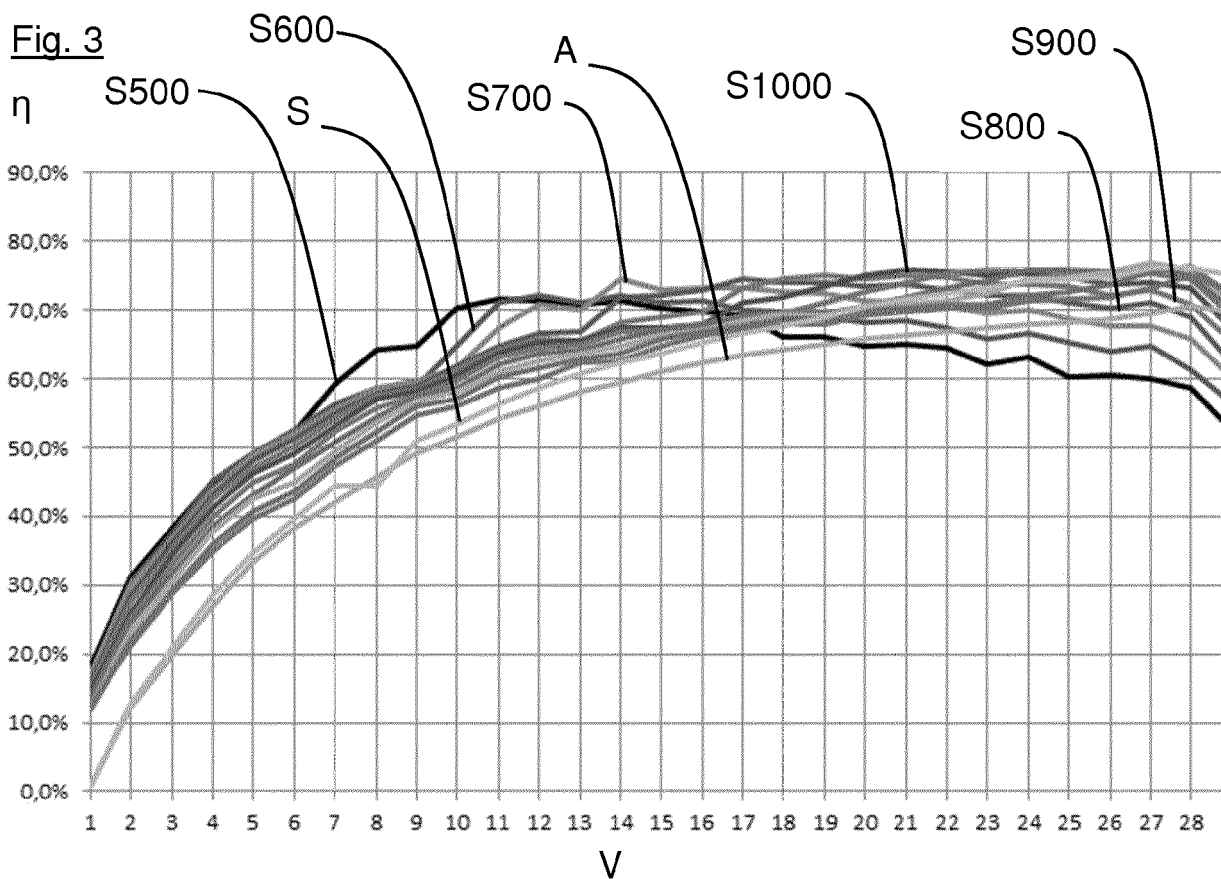
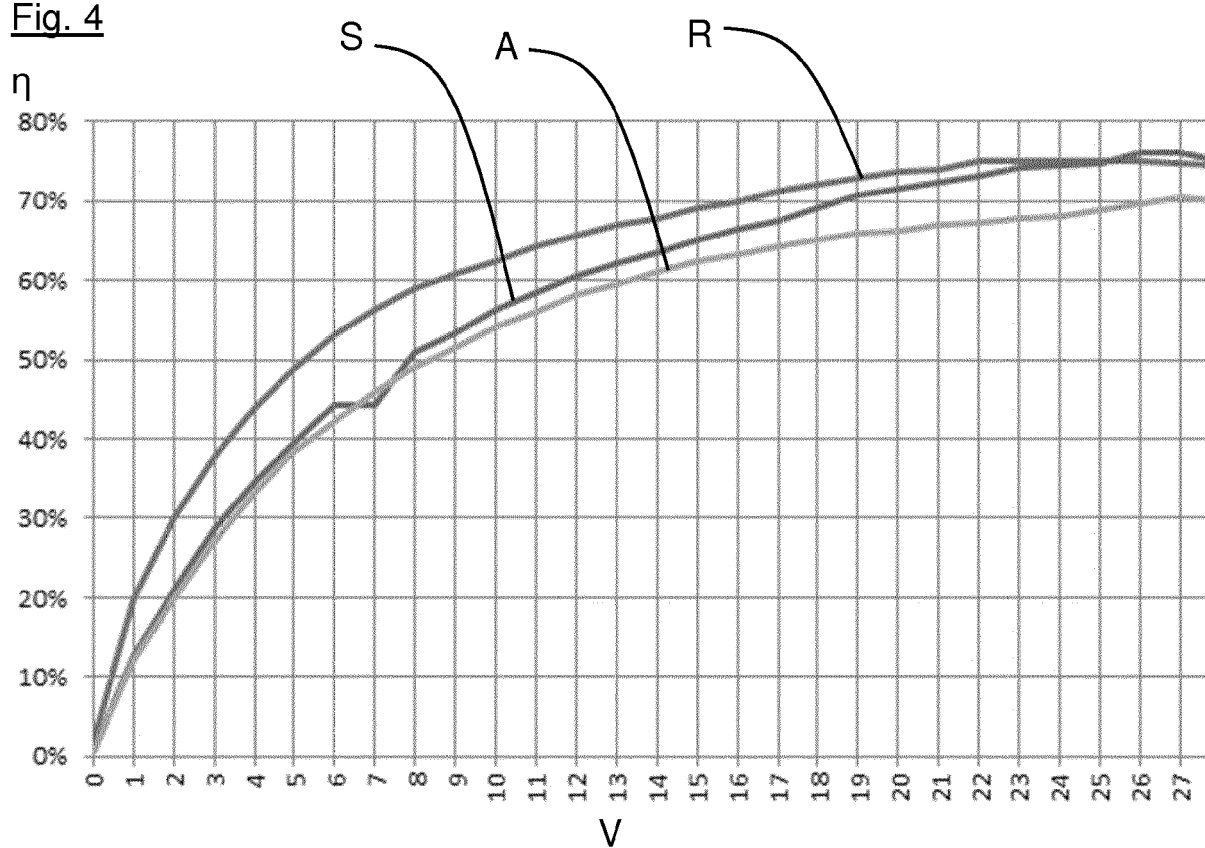


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 21 0615

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2012 016780 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. Dezember 2013 (2013-12-05) * Zusammenfassung *Absatz 23-25; Abbildungen *	1-10	INV. F04B17/03 F04B49/06 F04B49/20
X	DE 10 2011 050017 A1 (ALLWEILER GMBH [DE]) 31. Oktober 2012 (2012-10-31) * Zusammenfassung *Absätze 2,43,52-54; Ansprüche 1-18; Abbildungen *	1-10	
A	DE 196 30 384 A1 (BECKER KG GEBR [DE]) 23. April 1998 (1998-04-23) * Zusammenfassung *; Ansprüche *	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. April 2018	Prüfer Pinna, Stefano
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 21 0615

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-04-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012016780 A1	05-12-2013	KEINE	
DE 102011050017 A1	31-10-2012	CN 103608738 A	26-02-2014
		DE 102011050017 A1	31-10-2012
		EP 2702459 A1	05-03-2014
		JP 6016889 B2	26-10-2016
		JP 2014512626 A	22-05-2014
		US 2014044561 A1	13-02-2014
		WO 2012146663 A1	01-11-2012
DE 19630384 A1	23-04-1998	AU 3940997 A	20-02-1998
		DE 19630384 A1	23-04-1998
		DE 19780309 D2	28-01-1999
		EP 0916026 A1	19-05-1999
		JP 4034354 B2	16-01-2008
		JP 2001509228 A	10-07-2001
		WO 9804835 A1	05-02-1998

EPO FORM P0461

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