(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 883 597 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.10.2010 Patentblatt 2010/42

(21) Anmeldenummer: **06761907.2**

(22) Anmeldetag: **02.05.2006**

(51) Int Cl.:
B65H 54/28 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/004092

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/122648 (23.11.2006 Gazette 2006/47)

(54) **FADENVERLEGEANTRIEB, INSBESONDERE FÜR EINE ARBEITSSTELLE EINER TEXTILMASCHINE**

MECHANISM FOR CONTROLLING A THREAD DISPLACEMENT, IN PARTICULAR FOR A TEXTILE MACHINE WORK STATION

MECANISME DE COMMANDE DE DEPLACEMENT DE FIL, NOTAMMENT POUR POSTE DE TRAVAIL D'UNE MACHINE TEXTILE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE IT LI TR

(30) Priorität: **14.05.2005 DE 102005022448**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.02.2008 Patentblatt 2008/06

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Textile GmbH & Co. KG**
42897 Remscheid (DE)

(72) Erfinder: **FLAMM, Franz-Josef**
D-52224 Stolberg (DE)

(74) Vertreter: **Hamann, Arndt**
Oerlikon Textile GmbH & Co. KG
Landgrafenstraße 45
41069 Mönchengladbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-00/37345 WO-A-99/05055

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 883 597 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Fadenverlegeantrieb, insbesondere für eine Arbeitsstelle einer Textilmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Um eine Textilspule herzustellen, ist es zum Beispiel aus der Druckschrift DE 198 58 548 A1 bekannt, einerseits die betreffende Textilspule in Rotation zu versetzen und andererseits den auf die Spule auflaufenden Faden längs der Spulenachse zu traversieren. Das Traversieren des Fadens geschieht beispielsweise mit Hilfe eines Fingerfadenführers, welcher auch Wischer genannt wird. Damit eine spezielle oder vorgegebene Bewicklungsstruktur bei der herzustellenden Spule erzeugt werden kann, muss der Antrieb der Spule vom Antrieb des Fadenführers getrennt werden. Durch diese Entkopplung der erforderlichen Antriebe lassen sich auch Präzisions- oder Stufen-Präzisionswicklungen erzeugen. Somit wird durch diese technische Maßnahme bewirkt, dass auf der Spule Wicklungsbilder vermieden werden, die beim späteren Abspulen zu erheblichen Problemen führen können. Derartige Textilspulen mit einer so genannten Kreuzbewicklung zeichnen sich nicht nur durch einen verhältnismäßig stabilen Spulenkörper aus, sondern auch durch ein gutes Ablaufverhalten.

[0003] Durch den Einsatz eines aus der Druckschrift DE 198 58 548 A1 bekannten Fadenführers, welcher mit einem elektromagnetischen Antrieb versehen ist, kann durch ein relativ schnelles und präzises Traversieren des Fadens eine qualitativ hochwertige Kreuzbewicklung einer Textilspule erstellt werden. Der Einsatz des fingerartigen Fadenführers ermöglicht - aus rein mechanischer Sicht - Fadenverlegefrequenzen von mehr als 30 Hz. Da allerdings hohe Beschleunigungswerte an den Umkehrstellen des Fadenführers wirken und durch die Massenträgheit des Faden-führers leicht ein Überschwingen an den Umkehrstellen verursacht wird, muss der Antrieb des Fadenführers exakt angesteuert bzw. geregelt werden, um Fadenverlegefehler zu vermeiden. Die aus dem Stand der Technik bekannten Steuerungen und Regelungen sind nur in der Lage, einen präzisen Antrieb des Fadenführers bei niedrigeren Fadenverlegefrequenzen zu erreichen. Folglich können die technischen Möglichkeiten des Fadenführers nur bedingt ausgenutzt werden, was sich insgesamt auf die Wickelgeschwindigkeiten der entsprechenden Arbeitsstelle und somit auch auf die Produktivität der Textilmaschine auswirkt.

[0004] In der nicht vorveröffentlichten Druckschrift DE 103 54 587 A1 wird ein spezieller Winkelgeber für den bereits beschriebenen Fadenführer bzw. Wischer beschrieben. Durch diesen Winkelgeber, der u. a. aus einem analogen Hallsensor und einem Magneten besteht, wird die tatsächliche Winkelposition des Fadenführers erfasst und an eine nicht näher beschriebene Steuerung oder Regelung des Fadenführerantriebs zur Weiterverarbeitung geleitet. Zwar lässt sich die tatsächliche Winkelposition des Fadenführers durch den offenbarten Winkelgeber schnell und präzise bestimmen, allerdings ist damit nicht das zuvor genannte Problem der bisher verwendeten Steuerungen oder Regelungen gelöst.

[0005] Die WO 99/05055 A beschreibt ein Verfahren und eine Changiereinrichtung zum Verlegen eines Fadens. Hierbei wird der Changierfadenführer mittels eines Elektromotors bewegt, wobei die Soll-Position des Changierfadenführers durch eine Stellung des Elektromotors bestimmt ist. Die Ist-Position des Changierfadenführers wird mittels einer Messeinrichtung fortlaufend erfasst und einer Steuereinrichtung aufgegeben, die einen Soll-Ist-Vergleich der Position des Changierfadenführers durchführt und ein entsprechendes Differenzsignal zur Steuerung des Elektromotors erzeugt. Der Elektromotor ist amplitudengesteuert regelbar. Bei einer Abweichung zwischen der Ist- und der Soll-Position erhält der Elektromotor durch das Differenzsignal einen in seiner Amplitude veränderten Strom. Damit ist die Positionierung des Changierfadenführers insbesondere im Umkehrbereich mit großer Genauigkeit durchführbar.

[0006] Ausgehend vom zuvor erwähnten Stand der Technik ist es daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Fadenverlegeantrieb mit einem Fadenführer bereitzustellen, der hohe Verlegefrequenzen bei Vermeidung von Fadenverlegefehlern ermöglicht. Dabei soll möglichst die vorhandene technische Struktur beziehungsweise der Aufbau ausgenutzt werden.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Fadenverlegeantrieb mit den Merkmalen des Anspruches 1 vorgeschlagen.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Fadenverlegeantriebs sind in den Unteransprüchen 2 bis 8 aufgeführt.

[0009] Anhand der vorgegebenen Bewicklungsstruktur kann die notwendige Verlegekurve für den Fadenführer, bestehend aus den jeweiligen Winkelpositionen, berechnet werden. Dieser Verlegekurve muss der Fadenführer exakt folgen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass dazu der Regler eine Mehrgrößenregelung umfasst, um mittels der zumindest einen Stellgröße (u) für die reale Regelstrecke die Winkelposition (φ_ist) des Fadenführers präzise zu regeln. Die Endstufe und der elektromechanische Verlegeantrieb des Fadenführers bilden die reale oder tatsächliche Regelstrecke. Durch den Einsatz einer Mehrgrößenregelung kann somit die gewünschte, präzise Regelung zur Positionierung des Fadenführers bei den geforderten Fadenverlegefrequenzen erreicht werden.

[0010] Der Gegenstand der Erfindung ist vorteilhaft zur Generierung von mindestens einer nicht gemessenen Eingangsgröße zusätzlich zu der mindestens einen gemessenen Eingangsgröße des Reglers eingerichtet. Um weitere Eingangsgrößen für die Mehrgrößenregelung des Reglers bereitzustellen, ist es vorgesehen, dass außer der vorgegebenen Winkelposition (φ_soll) des Fadenführers auch mehrere Eingangsgrößen wie das entsprechende Moment (M_soll), die entsprechende Winkelbeschleunigung (ω_punkt_soll), die entsprechende Winkelgeschwindigkeit (ω_soll) sowie der zur Verlegung

notwendige Strom (I_soll) für den Antrieb des Fadenführers als Sollgrößen eingehen. So liegen dem Regler zu jeder Winkelposition (φ_soll) des Fadenführers auch Informationen zum Moment (M_soll), zur Winkelbeschleunigung (ω_punkt_soll), zur Winkelgeschwindigkeit (ω_soll) oder dem notwendigen Antriebsstrom (I_soll) vor. Aufgrund der vorberechneten Verlegekurve kann damit die Regelung bzw. der Regler ein Überschwingen des Fadenführers an den Umkehrstellen der Spulen ebenso wie andere Verlegefehler bei hohen Fadenverlegegeschwindigkeiten verhindern. Dies gilt selbstverständlich nur, solange keine Störgrößen auftreten.

[0011] Damit nicht für jede Verlegekurve einer Bewicklungsstruktur neben der Sollgröße der Winkelposition (φ_soll) zusätzlich die Sollwerte des Momentes (M_soll), der Winkelbeschleunigung (ω_punkt_soll), der Winkelgeschwindigkeit (ω_soll) und des Verlegstroms (I_soll) vorgehalten werden müssen, werden über ein Streckenmodell, das die reale Regelstrecke regelungstechnisch bzw. mathematisch nachbildet, aus der jeweiligen Winkelposition (φ_soll) die fehlenden Größen für die ideale Regelstrecke berechnet. Dabei geht die Sollgröße der Winkelpositionen (φ_soll) einerseits direkt in den Regler ein und andererseits parallel in das Streckenmodell der idealen Regelstrecke. Das zur jeweiligen Winkelposition (φ_soll) entsprechende Moment (M_soll), die entsprechende Winkelbeschleunigung (ω_punkt_soll), die entsprechende Winkelgeschwindigkeit (ω_soll) und der notwendige Verlegestrom (I_soll) werden anhand der idealen Regelstrecke bestimmt und gehen als Ausgangsgrößen des Streckenmodells in den Regler als weitere Sollgrößen für die Mehrgrößenregelung ein.

[0012] Zweckmäßigerweise stehen dem Regler auch die vergleichbaren Istwerte, die aus der tatsächlichen Winkelposition (φ_ist) des Fadenführers, dem aktuellen Moment (M_ist), der aktuellen Winkelbeschleunigung (ω_punkt_ist), der aktuellen Winkelgeschwindigkeit (ω_ist) des Fadenführers sowie dem vorhandenen Verlegestrom (I_ist) bestehen, zu den eingehenden Sollwerten zur Verfügung. Da in der Praxis eine Reihe von Störgrößen auf die tatsächliche Regelstrecke wirken, benötigt die Regelung zusätzlich die Istwerte dieser Größen, um eine Abweichung der Istwerte von den Sollwerten ausgleichen zu können. Diese Istwerte werden direkt durch zusätzliche Sensoren oder Messfühler erfasst oder indirekt anhand von anderen physikalisch erfassbaren Messgrößen berechnet und mittels einer Rückkopplung an den Regler weitergeleitet werden. Allerdings ist die exakte Messung des als Moment bezeichneten Drehmomentes sowie des Stromes im Fadenverlegeantrieb (I_ist) technisch sehr aufwendig und teuer. Auch die Winkelgeschwindigkeit und die Winkelbeschleunigung könnten durch die Ableitung des Signals, das der Winkelsensor oder - geber liefert, generiert werden. Da die Regelung vorteilhafterweise für die Umsetzung der Berechnungen in einem Mikroprozessor digitalisiert werden sollte, entsteht durch die Ableitung eines digitalen Wertes ein stark verrauschtes Signal. Damit dieses Signal nutzbar ist, wäre eine Filterung unumgänglich. Dies hätte aber einen großen Verlust an Dynamik zur Folge.

[0013] Deshalb sieht eine weitere die Erfindung verbessernde Maßnahme vor, dass die vergleichbaren Istwerte (zu den Sollwerten des Reglers) nach der realen Regelstrecke als so genannte Schätzwerte (φ_dach, M_dach, ω_punkt_dach, ω_dach, I_dach) durch einen Zustandsbeobachter bestimmbar sind und an den Regler (durch die bereits erwähnte Rückkopplung) weitergeleitet werden, wobei dem Zustandsbeobachter wenigstens eine Stellgröße (u) des Reglers sowie die tatsächliche Winkelposition (φ_ist) als Eingangsgrößen vorliegen. Der Zustandsbeobachter selbst ist ein weiteres zeitinvariantes Modell, wodurch die gewünschten Istwerte rekonstruierbar sind. Zwar werden die vom Zustandsbeobachter erhaltenen Werte "Schätzwerte" genannt, jedoch handelt es sich hier keineswegs um "geschätzte Werte", sondern um konkret bestimmte bzw. berechnete Werte. Mit anderen Worten, der zugeschaltete Beobachter ermöglicht es, die inneren Zustände, wie sie in der realen Regelstrecke vorliegen, mit genügender Genauigkeit zu bestimmen und dem Regler zur Verfügung zu stellen. Durch diese Maßnahme kann auf die zuvor beschriebene, zusätzliche Sensorik verzichtet werden, da nur der Istwert der Winkelposition (φ_ist) mit dem bereits vorhandenen Winkelgeber erfasst werden muss. Folglich lassen sich auch die oben genannten Nachteile der zusätzlichen Messsensorik durch den eingesetzten Zustandsbeobachter verhindern. Damit kann auf die vorhandene technische Struktur beziehungsweise den Aufbau des Fadenverlegeantriebs zurückgegriffen werden.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltungsform ist der Zustandsbeobachter als Luenberger-Beobachter oder auch als so genannter asymptotischer Beobachter ausgestaltet. Bezüglich des Luenberger-Beobachters wird beispielsweise auf Otto Föllinger "Regelungstechnik" , Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg 1990, verwiesen. Auf den Seiten 502 ff. des Buches wird näher erläutert, wie die Beobachterparameter bestimmt werden und wie ein Beobachter mittels komplexer Übertragungsfunktionen für ein Eingrößensystem oder Mehrgrößensystem, wie im vorliegenden Fall, entworfen wird. Der vorgeschlagene Luenberger-Beobachter weist den Vorteil auf, dass mit seiner Hilfe der Systemzustand nach einer Anfangsstörung genau wieder rekonstruiert werden kann. Dieses gilt insbesondere für Störungen, die sich von Zeit zu Zeit wiederholen, da der Beobachter in der Lage ist, den neuen Systemzustand wieder zu erfassen. Folglich lässt sich durch den Einsatz des Luenberger-Beobachters der Fadenverlegeantrieb auch bei möglichen Störungen präzise regeln.

[0015] Zweckmäßigerweise ist im Regler eine Gewichtung der einzelnen Soll- und Istwerte durch Gewichtungsbausteine jeweils getrennt voneinander vorgesehen, wodurch sich die Regelungsgüte des Reglers auf einfache Art und Weise zusätzlich verbessern lässt. Die jeweilige Gewichtung der einzelnen Werte kann zum Beispiel experimentell ermittelt werden.

[0016] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, dass durch die Gewichtungsbausteine die einzelnen Soll- und Istwerte nicht nur linear, sondern auch potentiell oder exponentiell gewichtet werden können. Wie bereits im Abschnitt zuvor beschrieben, kann auch durch diese Maßnahme die Regelungsgüte auf einfache Art und Weise weiter angehoben werden.

[0017] Die Regeldifferenzen der einzelnen Soll-/Istwerte können durch den Regler beispielsweise nach einer vorgenommenen Gewichtung erfassbar sein und der Regler bei einer Regeldifferenz ungleich Null eine Korrektur wenigstens einer Stellgröße (u) vornehmen. Somit ist es möglich, durch den vorgeschlagenen Regler einen Regelalgorithmus abzubilden, der einen Soll/Ist-Vergleich der verwendeten Regelgrößen bei einer eventuellen Gewichtung der einzelnen Größen vornimmt und wenigstens eine Stellgröße (u) neu bestimmt bzw. berechnet, sofern eine Regeldifferenz vorliegt.

[0018] In einer weiteren alternativen Ausführungsform der Erfindung kommt ein Winkelgeber zur Erfassung der tatsächlichen Winkelposition (φ_ist) des Fadenführers zum Einsatz, der einen analogen Hallsensor und einen Magneten, insbesondere einen Permanentmagneten aufweist, die miteinander in Wirkverbindung stehen. Nähere Angaben und Anwendungsbeispiele sind der DE 103 54 587 A1 zu entnehmen. Selbstverständlich kann aber auch anstelle des analogen Hallsensors ein optischer (digitaler) Winkelsensor zur Erfassung der tatsächlichen Winkelposition (φ_ist) des Fadenführers Verwendung finden.

[0019] Ein Rechner (Mikroprozessor oder Computer), der zumindest das Streckenmodell und / oder den Zustandsbeobachter regelungstechnisch bzw. mathematisch nachbildet, erlaubt es, die vorliegende Erfindung kostengünstig und einfach zu realisieren. Sofern ein solcher Rechner zum Einsatz kommt, kann dieser auch für den Regler verwendet werden. Hierdurch lässt sich der technische Aufbau der Erfindung weiter vereinfachen, sowie zusätzliche Kosten einsparen.

[0020] Um die Leistungsfähigkeit einer Textilmaschine, die der Erstellung von Spulen dient und die mit dem erfindungsgemäßen Fadenverlegeantrieb ausgestattet ist, zu optimieren, sind alle vorhandenen Arbeitstellen mit dem erfindungsgemäßen Fadenverlegeantrieb ausgerüstet.

[0021] Die Erfindung ermöglicht hohe Fadenverlegefrequenzen bei Vermeidung von Verlegefehlern. Vorzugsweise werden möglichst die vorhandenen technischen Strukturen des Fadenverlegeantriebs ausgenutzt.

[0022] Die Winkelposition (φ_soll) geht vorteilhaft als ein Sollwert einerseits direkt in den Regler und andererseits als Eingangsgröße für ein vorgeschaltetes Strekkenmodell ein, welches die reale Regelstrecke regelungstechnisch oder mathematisch nachbildet. Durch dieses vorgeschaltete Streckenmodell werden weitere Sollwerte, wie beispielsweise die der Winkelposition entsprechende Winkelgeschwindigkeit (ω_soll), das entsprechende Moment (M_soll), die entsprechende Winkelbeschleunigung (ω_punkt_soll) und der notwendige Verlegestrom (I_soll) für eine Mehrgrößenregelung des Reglers bestimmt. Somit wird eine präzise und schnelle Regelung des Fadenverlegeantriebs ermöglicht, solange keine Störgrößen in dem System auftreten.

[0023] Da in der Praxis leider Störgrößen nie ganz ausgeschlossen werden können, ist vorteilhaft unter Beibehaltung der vorhandenen technischen Strukturen des Fadenverlegeantriebs vorgesehen, dass aus der Stellgröße (u) des Reglers sowie der tatsächlichen Winkelposition (φ_ist) des Fadenführers über einen Zustandsbeobachter die Winkelposition (φ_dach) des Fadenführers, die entsprechende Winkelgeschwindigkeit (ω_dach) des Fadenführers, das entsprechende Moment (M_dach), die entsprechende Winkelbeschleunigung (ω_punkt_dach) und der zur Verlegung notwendige Strom (I_dach) des Antriebs als Schätzwerte generiert werden und dem Regler als weitere Eingangsgrößen (durch eine Rückkopplung) zur Verfügung stehen. Damit reagiert die Regelung auch auf eventuelle Störungen, die somit ausgeglichen werden.

[0024] Es sind nicht in jedem Fall alle fünf Eingangsgrößen für die Regelung erforderlich. Es können beispielsweise drei Eingangsgrößen für eine erfindungsgemäße Regelung verwendet werden, wie die Winkelposition, die Winkelgeschwindigkeit sowie der Strom. Es ist aber auch möglich, mehr als fünf Eingangsgrößen für die Regelung zu verwenden. Je mehr Eingangsgrößen eingehen, desto größer wird die erzielbare Regelgenauigkeit. Allerdings steigt der Aufwand für die Regelung mit zunehmender Anzahl der Eingangsgrößen.

[0025] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie der Zeichnung zu einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Es zeigt:

Figur 1 ein Blockschaltbild zum beispielhaften Regelungsaufbau des Fadenverlegeantriebs.

[0026] In Figur 1 ist ein Blockschaltbild zum Regelungsaufbau des Fadenverlegeantriebs mit einem Zustandsbeobachter 12 dargestellt. Dabei geht vom Sollwertgeber 1 die vorgegebene Winkelposition (φ_soll) als Sollgröße 2 direkt in den Regler 4 ein. Ebenfalls wird diese Winkelposition (φ_soll) als Eingangsgröße für das Streckenmodell 3 verwendet. Durch das Streckenmodell 3 wird die reale Regelstrecke 10, die aus der Endstufe des Fadenführerantriebs und des weiteren elektromechanischen Fadenverlegeantriebs besteht, als ideale Regelstrecke abgebildet. Somit lassen sich die weiteren Sollgrößen 2, nämlich das entsprechende Moment (M_soll), der erforderliche Verlegestrom (I_soll), die entsprechende Winkelgeschwindigkeit (ω_soll) und die entsprechende Winkelbeschleunigung (ω_punkt_soll) des Fadenführers, als zusätzliche Eingangsgrößen für den

Regler 4 generieren. Im Regler 4 kann eine Gewichtung der eingehenden Sollgrößen 2 separat für jede Sollgröße 2 einzeln durch Gewichtungsbausteine 5 vorgesehen sein.

[0027] Damit der Regler 4 auch auf eventuelle Störgrößen 14, die auf die reale Regelstrecke 10 einwirken, reagieren kann, gehen auch Istwerte, die am Ende der realen Regelstrecke 10 vorliegen, als Basis zu einem Vergleich mit den Sollwerten 2 ein. Dazu werden die Istwerte an den Regler 4 rückgekoppelt. Im vorliegenden Fall werden jedoch die gewünschten Istwerte als Schätzwerte 13 aus einem Zustandsbeobachter 12 an den Regler 4 geliefert, da die vorhandenen Istwerte nur mit einem unverhältnismäßigen Aufwand ermittelt werden können. Der Zustandsbeobachter 12 ermöglicht nämlich, anhand der Stellgröße 9 (u), die eine Spannung repräsentiert, und der Regelgröße 11, die aus der tatsächlichen Winkelposition 11 (φ_ist) des Fadenführers besteht, die vergleichbaren Schätzwerte 13 zu den erforderlichen Istwerten zu bestimmen. Diese Istwerte bestehen aus der tatsächlichen Winkelposition 11 (φ_ist), dem zugehörigen Moment (M_ist), der zugehörigen Winkelgeschwindigkeit (ω_ist) des Fadenführers, der zugehörigen Winkelbeschleunigung (ω_punkt_ist) sowie dem aktuellen Verlegestrom (I_ist). Entsprechend liefert der Zustandsbeobachter 12 die Schätzwerte 13 der Winkelposition 11 (φ_dach), dem zugehörigen Moment (M_dach), der zugehörigen Winkelgeschwindigkeit (ω_dach) des Fadenführers, der zugehörigen Winkelbeschleunigung (ω_punkt_dach) sowie des Verlegestroms (I_dach). Durch den Einsatz des Zustandsbeobachters 12 braucht folglich nicht die technische Struktur bzw. der Aufbau des Fadenverlegeantriebs geändert zu werden.

[0028] Die vom Zustandsbeobachter 12 ermittelten Schätzwerte 13 gehen, wie bereits erwähnt, als weitere Größen in den Regler 4 ein. Damit kann auf eine Ermittlung einer Mehrzahl verschiedener tatsächlicher Istwerte durch Messung am Ende der realen Regelstrecke 10 verzichtet werden. Des Weiteren kann auch eine Gewichtung der rückgekoppelten Schätzgrößen 13 im Regler 4 durch vorhandene Gewichtungsbausteine 6 stattfinden. Die daraus resultierenden Größen werden in Rechenwerken 7 verarbeitet und mit den ebenfalls gewichteten Sollgrößen 2 durch einen Soll/Ist-Vergleich 8 verglichen. Der Vergleich der Soll/Istwerte findet in der Regel durch Differenzbildungen statt. Sollte dieses Ergebnis von Null abweichen, wird der Regler eine Korrektur wenigstens einer Stellgröße 9 (u) für die reale Regelstrecke 10 vornehmen. Hierdurch wird bewirkt, dass der Fadenführer wieder seine vorgegebene Winkelposition (φ_soll) erreicht.

[0029] Die vom Regler 4 ausgegebenen Stellgrößen 9 (u) werden an die reale Regelstrecke 10 weitergeleitet, wodurch die Winkelposition des Fadenführers verändert wird. Die tatsächliche Winkelposition 11 (φ_ist) des Fadenführers wird durch einen nicht gezeigten Winkelgeber oder -sensor erfasst und stellt die eigentliche Regelgröße 11 des abgebildeten Regelungssystems dar. Diese Regelgröße 11 ist der einzige, tatsächlich ermittelte Istwert des gesamten Regelungssystems.

[0030] Wie zuvor erwähnt wurde, ist es auch denkbar, die erforderlichen Istwerte durch zusätzliche Sensoren oder Messgeber zu erfassen und über eine Rückkopplung an den Regler 4 weiterzugeben.

Bezugszeichenliste

[0031]

1	Sollwertgeber
2	Sollgrößen /-werte
3	Streckenmodell mit idealer Regelstrecke
4	Regler
5	Gewichtungsbausteine zur Gewichtung der Sollwerte
6	Gewichtungsbausteine zur Gewichtung der Ist- bzw. Schätzwerte
7	Rechenwerk
8	Soll/Ist-Vergleich
9	Stellgröße
10	reale oder tatsächliche Regelstrecke (Endstufe + elektromechanischer Fadenverlegeantrieb)
11	Istwert / Regelgröße
12	Beobachter
13	Schätzwert
14	Störgröße

Patentansprüche

1. Fadenverlegeantrieb, insbesondere für eine Arbeitsstelle einer Textilmaschine, mit einem Fadenführer und einem dafür vorgesehenen elektromotorischen Einzelantrieb sowie einem Winkelgeber zur Erfassung der tatsächlichen Winkelposition (φ_ist) des Fadenführers und einem Regler (4), durch den zumindest eine Stellgröße (9) (u) für eine Endstufe des elektromotorischen Einzelantriebes vorgebbar ist, um den Fadenführer anzutreiben,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regler (4) eine Mehrgrößenregelung umfasst, um mittels zumindest einer Stellgröße (9) (u) die tatsächliche Winkelposition (φ_ist) des Faden-

führers präzise zu regeln und dass in den Regler (4) mehrere der folgenden Eingangsgrößen

i) die vorgegebene Winkelposition (φ_soll) des Fadenführers,
ii) das entsprechende Moment (M_soll) des Fadenführers,
iii) die entsprechende Winkelbeschleunigung (ω_punkt_soll) des Fadenführers,
iv) die entsprechende Winkelgeschwindigkeit (ω_soll) des Fadenführers, und
v) der zur Verlegung notwendige Strom (I_soll) des Antriebs als Sollwerte (2) eingehen,

dass nach der Regelstrecke (10) eine Rückkopplung vorhanden ist, die dem Regler (4) vergleichbare Istwerte zu den Sollwerten (2) zur Verfügung stellt, wobei die Istwerte direkt durch zusätzliche Sensoren oder Messfühler erfasst werden oder indirekt anhand von anderen physikalisch erfassbaren Messgrößen berechnet werden.

2. Fadenverlegeantrieb (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Streckenmodell (3) vorhanden ist, welches die Regelstrecke (10) (Stromendstufe + Antrieb des Fadenverlegesystems) nachbildet und aus der vorgegebenen Winkelposition (φ_soll) des Fadenführers mehrere der weiteren Eingangsgrößen des Reglers (4) des Fadenführers vorbestimmt.

3. Fadenverlegeantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vergleichbaren Istwerte zu den Sollwerten (2) nach der Regelstrecke (10) als so genannte Schätzwerte (13) durch einen Zustandsbeobachter (12) bestimmbar sind und dem Regler (4) zur Verfügung stehen, und wenigstens eine Stellgröße (9) (u) sowie die tatsächliche Winkelposition (11) (φ_ist) als Eingangsgrößen für den Zustandsbeobachter (12) dienen.

4. Fadenverlegeantrieb (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vom Zustandsbeobachter (12) generierten Schätzwerte (13)

i) die vorgegebene Winkelposition (φ_dach) des Fadenführers,
ii) das entsprechende Moment (M_dach) des Fadenführers,
iii) die entsprechende Winkelbeschleunigung (ω_punkt_dach) des Fadenführers,
iv) die entsprechende Winkelgeschwindigkeit (ω_dach) des Fadenführers, und
v) den zur Verlegung notwendigen Strom (I_dach) des Antriebs umfassen.

5. Fadenverlegeantrieb (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Zustandsbeobachter (12) um einen Luenberger-Beobachter handelt.

6. Fadenverlegeantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Regler (4) eine Gewichtung der einzelnen Soll- und Istwerte durch Gewichtungsbausteine (5, 6) jeweils getrennt voneinander vorgesehen ist.

7. Fadenverlegeantrieb (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewichtungsbausteine (5, 6) eine lineare, potentielle oder exponentielle Gewichtung der einzelnen Soll- und Istwerte umfassen.

8. Fadenverlegeantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkelgeber zur Erfassung der tatsächlichen Winkelposition (11) (φ_ist) des Fadenführers einen analogen Hallsensor und einen Magneten, insbesondere einen Permanentmagneten aufweist, die miteinander in Wirkverbindung stehen.

Claims

1. Thread displacement drive, in particular for a workstation of a textile machine, comprising a thread guide and an electric motor single drive provided for this and an angle sensor for detecting the actual angular position (φ_ist) of the thread guide and a controller (4), by means of which at least one actuating variable (9) (u) for an output stage of the electric motor single drive can be predetermined, to drive the thread guide,
characterised in that
the controller (4) comprises a multivariable control system to precisely control the actual angular position (φ_ist) of the thread guide by means of at least one actuating variable (9)(u) and **in that** a plurality of the following input variables

i) the predetermined angular position (φ_soll) of the thread guide,
ii) the corresponding torque (M_soll) of the thread guide,
iii) the corresponding angular acceleration (ω_punkt_soll) of the thread guide,
iv) the corresponding angular speed (ω_soll) of the thread guide, and
v) the current (I_soll) of the drive necessary for displacement enter the controller (4) as desired values (2),

in that after the control section (10) a feedback is present, which provides the controller (4) with comparable actual values to the desired values (2),
wherein the actual values are recorded directly by additional sensors or measurement sensors or indi-

rectly by means of other physically recordable measurement variables.

2. Thread displacement drive (1) according to claim 1, **characterised in that** a section model (3) is present, which simulates the control section (10) (current output stage + drive of the thread displacement system) and predetermines a plurality of the further input variables of the controller (4) of the thread guide from the predetermined angular position (φ_soll).

3. Thread displacement drive (1) according to any one of claims 1 or 2, **characterised in that** the comparable actual values to the desired values (2) after the control section (10) can be determined as so-called estimate values (13) by a status observer (12) and are available to the controller (4), and at least one actuating variable (9) (u) and the actual angular position (11) (φ_soll) are used as input variables for the status observer (12).

4. Thread displacement drive (1) according to claim 3, **characterised in that** the estimate values (13) generated by the status observer (12) comprise

   i) the predetermined angular position (φ_dach) of the thread guide,
   ii) the corresponding torque (M_dach) of the thread guide,
   iii) the corresponding angular acceleration (ω_punkt_dach) of the thread guide, (φ_dach)
   iv) the corresponding angular speed (ω_dach) of the thread guide, and
   v) the current (I_dach) of the drive necessary for displacement.

5. Thread displacement drive (1) according to claim 3 or 4, **characterised in that** the status observer (12) is a Luenberger observer.

6. Thread displacement drive (1) according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that**, in the controller (4), a weighting of the individual desired and actual values by weighting components (5, 6) is provided separately from one another in each case.

7. Thread displacement drive (1) according to claim 6, **characterised in that** the weighting components (5, 6) comprise a linear, potential or exponential weighting of the individual desired and actual values.

8. Thread displacement drive (1) according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the angle sensor for detecting the actual angular position (11) (φ_ist) of the thread guide has an analogue Hall sensor and a magnet, in particular a permanent magnet, which are in operative connection with one another.

Revendications

1. Mécanisme de commande de déplacement de fil, en particulier pour un poste de travail d'une machine textile, avec un guide-fil et un entraînement individuel à moteur électrique prévu pour celui-ci ainsi qu'un capteur angulaire pour saisir la position angulaire réelle (φ_ist) du guide-fil et un régulateur (4) qui permet de prescrire au moins une grandeur réglante (9) (u) pour un étage de sortie de l'entraînement individuel à moteur électrique en vue d'entraîner le guide-fil,
   caractérisé en ce
   que le régulateur (4) comprend une régulation à plusieurs grandeurs, pour réguler de manière précise au moyen d'au moins une grandeur réglante (9) (u) la position angulaire réelle (φ_ist) du guide-fil, et que plusieurs des grandeurs d'entrée suivantes

      i) la position angulaire prescrite (φ_soll) du guide-fil,
      ii) le couple correspondant (M_soll) du guide-fil,
      iii) l'accélération angulaire correspondante (ω_punkt_soll) du guide-fil,
      iv) la vitesse angulaire correspondante (ω_soll) du guide-fil, et
      v) le courant de l'entraînement nécessaire pour le déplacement (I_soll) entrent comme valeurs de consigne (2) dans le régulateur (4),

   qu'après le système réglé (10) se trouve un couplage en retour qui met à la disposition du régulateur (4) des valeurs réelles comparables aux valeurs de consigne (2),
   les valeurs réelles étant saisies directement par des capteurs ou sondes de mesure supplémentaires ou indirectement à partir d'autres grandeurs de mesure pouvant être saisies physiquement.

2. Mécanisme de commande de déplacement de fil (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un modèle de système (3) est prévu, lequel reproduit le système réglé (10) (étage de sortie de courant + entraînement du système de déplacement de fil) et prédétermine plusieurs des autres grandeurs d'entrée du régulateur (4) du guide-fil à partir de la position angulaire prescrite (φ_soll) du guide-fil.

3. Mécanisme de commande de déplacement de fil (1) selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les valeurs réelles comparables aux valeurs de consigne (2) peuvent être déterminées en tant que valeurs estimées (13) par un observateur d'états (12) après le système réglé (10) et sont mises à la disposition du régulateur (4), et au moins une grandeur réglante (9) (u) ainsi que la position angulaire réelle (11) (φ_ist) servent de grandeurs d'entrée pour l'observateur d'états (12).

4. Mécanisme de commande de déplacement de fil (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les valeurs estimées (13) générées par l'observateur d'états (12) comprennent

i) la position angulaire prescrite (φ_dach) du guide-fil,
ii) le couple correspondant (M_dach) du guide-fil,
iii) l'accélération angulaire correspondante (ω_punkt_dach) du guide-fil,
iv) la vitesse angulaire correspondante (ω_dach) du guide-fil, et
v) le courant de l'entraînement nécessaire pour le déplacement (I_dach).

5. Mécanisme de commande de déplacement de fil (1) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'observateur d'états (12) est un observateur de Luenberger.

6. Mécanisme de commande de déplacement de fil (1) selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**une pondération des différentes valeurs de consigne et valeurs réelles par des composants de pondération (5, 6) est prévue, de manière séparée à chaque fois, dans le régulateur (4).

7. Mécanisme de commande de déplacement de fil (1) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les composants de pondération (5, 6) comprennent une pondération linéaire, potentielle ou exponentielle des différentes valeurs de consigne et valeurs réelles.

8. Mécanisme de commande de déplacement de fil (1) selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le capteur angulaire pour saisir la position angulaire réelle (11) (φ_ist) du guide-fil présente un capteur Hall analogique et un aimant, en particulier un aimant permanent, qui coopèrent l'un avec l'autre.

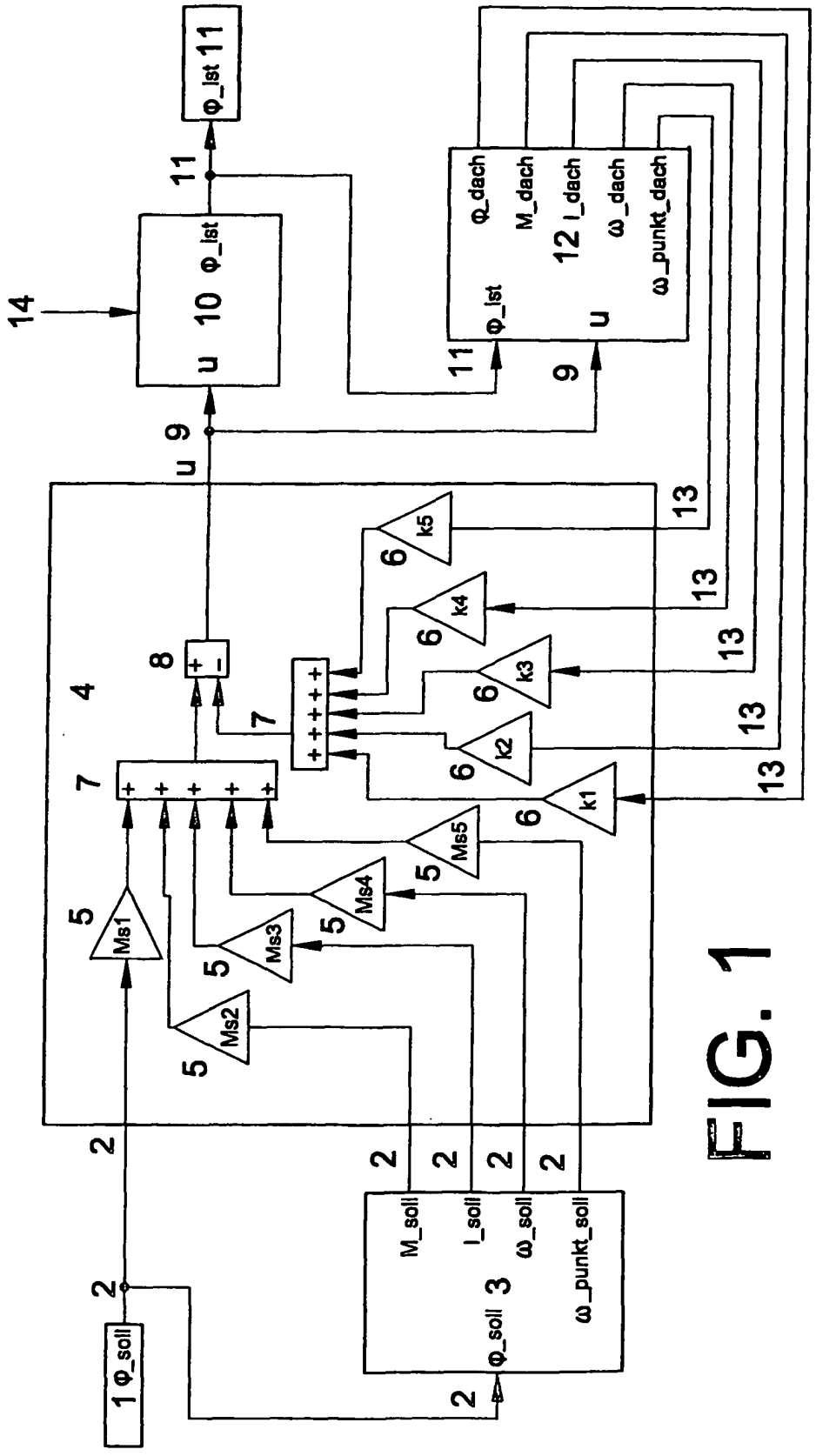

1 φ_soll
2
3
M_soll
I_soll
ω_soll
ω_punkt_soll
φ_soll
Ms1
Ms2
Ms3
Ms4
Ms5
k1
k2
k3
k4
k5
4
5
6
7
8
9
10 φ_ist
11
12 I_dach
φ_dach
M_dach
ω_dach
ω_punkt_dach
13
14
u

FIG. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19858548 A1 **[0002] [0003]**
- DE 10354587 A1 **[0004] [0018]**
- WO 9905055 A **[0005]**