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

(11) **EP 1 637 635 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.10.2007 Patentblatt 2007/44

(51) Int Cl.:
D03D 47/27 *(2006.01)* ***D03D 47/18*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **04021688.9**

(22) Anmeldetag: **13.09.2004**

(54) **Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen einer Greiferwebmaschine und Antriebsvorrichtung dafür**

Method for driving the gripper heads of a gripper loom and device therefor

Procédé d'entraînement des têtes de pinces d'un métier à pinces et dispositif pour sa mise en oeuvre

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.03.2006 Patentblatt 2006/12

(73) Patentinhaber: **SCHÖNHERR Textilmaschinenbau GmbH**
09113 Chemnitz (DE)

(72) Erfinder: **Gössl, Rainer, Dr.**
09387 Leukersdorf (DE)

(74) Vertreter: **Myon, Gérard Jean-Pierre et al**
Cabinet Lavoix
62, rue de Bonnel
69448 Lyon Cedex 03 (FR)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 526 390 **DE-A1- 2 707 687**
DE-A1- 4 131 745

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 07 316953 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 5. Dezember 1995 (1995-12-05)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 07 324254 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 12. Dezember 1995 (1995-12-12)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 07 331559 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 19. Dezember 1995 (1995-12-19)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 637 635 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen an Greiferwebmaschinen und eine Antriebsvorrichtung dafür, wobei Servomotoren die Greiferträger über Antriebszahnräder direkt antreiben und wobei den Servomotoren von einer Steuereinheit Steuerdaten für den Bewegungsablauf in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Signalen zugeführt werden.

[0002] Durch die DE 27 07 687 A1 ist eine Antriebsvorrichtung dieser Art bekannt, bei der die Greiferstangen oder die Greiferbänder - wir bezeichnen beide als Greiferträger, die die Greiferköpfe in das Webfach und in dem Webfach führen. Diese Greiferträger werden mittels Scheibenläufermotoren angetrieben. Den Scheibenläufermotoren sind Tachometer und Winkellagegeber (inkrementale Geber) zugeordnet. Ein Prozessor steuert die Bewegungsabläufe für den Scheibenläufermotor für jeden Maschinenzyklus in Abhängigkeit von dem Maschinenantrieb.

Während der Webladenbewegung wird der Greifer in einer Ruheposition gehalten, wobei er in der Phase des Schusseintrages vorzugsweise einer sinusförmigen Funktion folgt.

Rückmeldesignale ermöglichen die Ermittlung des Abstandes bis zur vorgegebenen Endposition der Bewegung. Über entsprechende Regelvorgänge werden den Servomotoren abhängig von der jeweiligen Winkellage der Hauptwelle der Webmaschine Steuersignale zugeführt, so dass sich die von den Servomotoren angetriebenen Greifer schließlich ihrer Endposition nähern. Das real erreichte Bewegungsgesetz richtet sich nach der Wirksamkeit der objektiv wirkenden Kräfte. Bestimmte Bewegungsparameter hinsichtlich der Maximalgeschwindigke it und des Beschleunigungsverlaufes ergeben sich rein zufällig. Eine zuverlässige Arbeitsweise oder gar eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit sind mit einem solchen Verfahren nicht erreichbar.

[0003] Das Trägheitsmoment des Scheibenläufermotors ist zudem - bezogen auf seine Antriebswelle - sehr groß, so dass bereits der Rotor einer gewünschten Bewegung - insbesondere in den Phasen der maximalen Beschleunigung - nicht folgen kann. Die Scheibenläufermotoren sind Gleichstrommotoren, deren Magnetwicklungen auf dem Läufer angeordnet sind. Die dadurch notwendigen Bürsten sind Verschleißteile. Ein Ausfall von Bürsten würde zu schwerwiegenden Havarien führen.

Der verfahrensbedingt hohe Leistungsbedarf führt zu einer starken Erwärmung des Läufers. Eine dadurch notwendige Wasserkühlung am Läufer ist mit vertretbarem Aufwand praktisch nicht realisierbar.

Ein weiterer Nachteil ist, dass die periodisch auszuführenden Regelvorgänge eine erhebliche Zeit zwischen aufeinander folgenden Stützstellen erfordern. Dadurch sind Änderungen von Bewegungsparametern nur nach relativ langen Bewegungsphasen möglich. Zwischen den durch Steuervorgaben an Stützstellen vorgegebenen unterschiedlichen Bewegungsparametern folgt der Servomotor einer polynomen Bahn, in der die Beschleunigungen nicht eindeutig definierbar und hoch sind.

[0004] Die gewünschten Effekte dieses Antriebes, nämlich, dass die Greifer auch bei hoher Arbeitsgeschwindigkeit exakt einer vorgegebenen Bewegungsgleichung folgen, wird nicht erreicht. Bei Schwergängigkeit und bei Stromausfall sind Havarien vorprogrammiert. In der Praxis haben sich daher diese Antriebe trotz permanenter Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Scheibenläufermotoren nicht durchsetzen können.

[0005] Angesichts der geschilderten Probleme wurde mit der DE 41 31 745 A1 vorgeschlagen, - anstelle der Scheibenläufermotoren - damals handelsübliche Servomotoren zu verwenden und diese unabhängig von der Winkellage und der Drehzahl der Hauptwelle der Webmaschine nach einem einzigen, unveränderlichen, vorgegebenen Weg-Zeit-Verlauf zu steuern.

Die Hauptwelle der Webmaschine gab lediglich das Startsignal für die Abarbeitung des Weg-Zeit-Verlaufes durch den Servomotor. Der Weg- Zeit-Verlauf war an die maximale Arbeitsgeschwindigkeit der Webmaschine angepasst, so dass bei jeder geringeren Geschwindigkeit der Webmaschine der Schusseintrag abgeschlossen war, bevor der Bewegungsbereich der Greifer durch die Fachverengung oder durch die Weblade begrenzt wurde.

Den dabei auftretenden hohen Beschleunigungskräften - insbesondere im Eingriffsbereich zwischen dem Antriebsrad und der Verzahnung der Greiferstange - begegnete man durch die ausschließliche Verwendung von Greiferbändern, deren Masse deutlich niedriger ist, als die Masse von Greiferstangen.

[0006] Auch mit dieser Form des Antriebes der Greiferträger - hier Greiferbänder - an Greiferwebmaschinen war es nicht möglich, auch bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten zu gewährleisten, dass die Greifer exakt einer vorgegebenen Bewegungsgleichung mit niedriger Maximalbschleunigung folgen.

Zudem erfordert die Verwendung von Greiferbändern als Greiferträger zusätzliche, an der Bewegung teilnehmende Führungselemente, die die Motoren zusätzlich belasteten. Die Eingriffsbedingungen zwischen dem Antriebsrad und dem Greiferband verschlechtern sich. Eine größere Umschlingung des Antriebsrades durch das Greiferband und die Anordnung von zusätzlichen mitbewegbaren Führungselementen für das Greiferband oder die Vergrößerung des Durchmessers des Antriebsrades sind eine unvermeidbare Folge.

Die notwendige Sicherheit des Antriebes war auch mit dieser Lösung nicht gegeben. Für die Überwindung einer gewissen Schwergängigkeit der Greiferantriebe gibt es kein Reserven. Hohe Arbeitgeschwindigkeiten an Doppelflorwebmaschinen mit bis zu 4 m Arbeitsbreite - sind nicht realisierbar. Bei Stromausfällen sind Havalien nicht zu vermeiden. Einstell- oder Testläufe der Webmaschine im Kriechgang oder mit Tippbetrieb sind nicht möglich.

[0007] Ein anderer Weg zur Lösung des anstehenden

Problems wurde mit der DE 101 54 817 C1 beschritten. In an sich bekannter Weise treibt man dort die Greiferstangen direkt mittels Linearmotor an. Zur Sicherung eines ausreichend starken Magnetfeldes und einer erforderlichen Synchrongeschwindigkeit verlängert man den Stator und den Läufer des Linearmotors. Damit diese Verlängerung nicht die Breite der Webmaschine in unangemessener Weise vergrößert, wird der Läufer des Linearmotors parallel und unterhalb des Webfaches angeordnet und seitlich mit der Greiferstange derart gekoppelt, dass beide zusammen eine liegende, U-förmige Gestalt aufweisen.

Diese Maßnahme führt zu einer deutlichen Erhöhung der während des Schusseintrages zu beschleunigenden Massen. Die Folge sind ungenaue Bewegungen der Greifer und ein sehr hoher Energiebedarf der Antriebsvorrichtung. Im Endeffekt ist die Arbeitsgeschwindigkeit der Greiferwebmaschine deutlich begrenzt.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung der Servomotoren vorzuschlagen, das es ermöglicht, mit diesen Servomotoren - auch bei hohen Drehzahlen der Greiferwebmaschine und nach längeren Maschinenstillständen - bei einer gewissen Schwergängigkeit der Greiferantriebe - exakt Bewegungsabläufe mit vorbestimmbaren, relativ niedrigen Maximalbeschleunigungen und -geschwindigkeiten am Greifer zu realisieren.

Insbesondere in den Bewegungsabschnitten mit den größten Beschleunigungen sollen die Servomotoren so angesteuert werden, dass Schäden durch unkontrollierte Bewegungen der Greifer verhindert werden.

Die Antriebsvorrichtung soll mit geringem Aufwand die Ausführung des Verfahrens ermöglichen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit dem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Bei deutlich erhöhten Webmaschinendrehzahlen wird ein exakter Bewegungsablauf, eine exakte Fadenübergabe vom Bringer- zum Nehmergreifer, eine geringere Schussfadenbelastung und ein geringerer Verschleiß an den Antriebselementen für die Greiferträger gewährleistet.

Von wesentlicher Bedeutung ist auch das Vermeiden von Resonanzerscheinungen, die bei den bisher praktizierten mechanischen Antrieben die Anwendung von Antriebskurven mit geringeren Maximalbeschleunigungen und niedrigeren Maximalgeschwindigkeiten verhinderten.

Von besonderer Bedeutung ist auch, dass mit der erfindungsgemäßen Verfahrensweise für den Greiferantrieb Leistungsreserven bereitgestellt werden, damit bei einer bestimmten Schwergängigkeit nach längeren Maschinenstillständen eine zuverlässige Funktion auch bei zunächst reduzierter Maschinendrehzahl gewährleistet werden kann.

[0010] Die Rechenvorgänge zwischen zwei Stützstellen der gesteuerten Bewegung werden auf ein Minimum reduziert oder entfallen vollständig, so dass es möglich wird, ein vorgegebenes Bewegungsgesetz mit niedrigen Beschleunigungen und niedriger Geschwindigkeit in der Bewegung durch den Servomotor sehr genau abzubilden.

[0011] Diese optimalen Bewegungsbedingungen sichern nicht nur einen ruhigen Lauf der mechanisch bewegten Maschinenteile, sondern auch eine optimierte Bewegung des Schussfadens im Fach, ohne dass man bereits in niedrigen Drehzahlbereichen die Schussfäden zyklisch gezielt bremsen muss. Diese gezielte Steuerung der Fadenspannung bereitet insbesondere an Webmaschinen an denen schwere Schussfäden - z. B. aus Jute mit ungleichmäßiger Dicke und häufig auch mit Knoten - eingesetzt werden, erhebliche Schwierigkeiten.

[0012] Mit der Wahl von Servomotoren - vorzugsweise als Drehstrommotoren vermeidet man die Benutzung von verschleißanfälligen Bürsten. Die Erwärmung durch den hohen Stromfluss erfolgt am Stator. Das Kühlen mit stationären Wasserkreisläufen wird möglich.

Eine deutliche Verbesserung des Laufverhaltens der Servomotoren wird erreicht, wenn man - gemäß Anspruch 2 - parallel zu der normierten Übertragungsfunktion auch differenzierte Drehmomentfolgen vorgibt, die dem Beschleunigungsverlauf der Übertragungsfunktionen angenähert oder mindestens grob angepasst sind.

[0013] Wird nach Anspruch 3 die Masse bzw. das Trägheitsmoment der an der Bewegung der Greiferköpfe beteiligten Maschinenelemente auf dem bezeichneten Niveau gehalten, kann man die nach Anspruch 1 und 2 erreichbaren Vorteile weiter in positivem Sinne gestalten.

[0014] Die Wahl der Parameter der Servomotoren nach Anspruch 4 führt zu weiter verbesserten Antriebsbedingungen.

[0015] Die Verwendung von normierten harmonischen Übertragungsfunktionen höherer Ordnung - nach Anspruch 5 - führt zu deutlichen Senkungen der Beschleunigungen und Maximalgeschwindigkeiten.

[0016] Die Ableitung der Greiferbewegung von einer sog. virtuellen Hauptwelle - nach Anspruch 6 - vermeidet, dass sich die bis um 10% unkontrolliert schwankenden Winkelgeschwindigkeiten der mechanischen Hauptwelle der Greiferwebmaschine nicht auf die Bewegungsgesetze der Greifer auswirken.

[0017] Eine hohe Betriebssicherheit der Greiferwebmaschine wird erreicht, wenn gem. Anspruch 7 und 8 dem Bewegungsgesetz Toleranzkurven zugeordnet werden. Damit wird es möglich, in jeder Phase der Bewegung der Greifer einen Gefahren-Stop, eine Reduzierung der Webgeschwindigkeit oder andere Arten zur Vermeidung von Havarien einzuleiten.

[0018] Die Begrenzung der Eigen- und Fremdträgheit - nach Anspruch 9 -, die durch übliche Maßnahmen zur Gewichtseinsparung an beteiligten, bewegten Maschinenelementen erreichbar sind, wird eine weitere deutliche Verbesserung der Laufbedingungen erreicht.

[0019] Die Modifikation des Verfahrens - nach Anspruch 10 - bietet die Vorraussetzungen, dass man sich unterschiedlichen Betriebsbedingungen der Webmaschine und der Verarbeitung unterschiedlicher Schussfadenmaterialien anpassen kann. Diese Modifikation lässt

auch unterschiedliche Service-Leistungen im Zusammenhang mit dem Schusseintrag oder der Bewegung der Greiferträger zu. Dieses Verfahren unterstützt das sog. Schusssuchen beim Stillstand der Webmaschine. Es erlaubt das Testen der Greiferbewegung und auch den sog. "Tippbetrieb" der Webmaschine.

[0020] Die in Anspruch 11 definierten Verfahrens-Modifikationen führen einerseits dazu, dass während des üblichen Webbetriebes die im Zwischenkreis gespeicherte Energie in ausreichender Menge für Beschleunigungsvorgänge mit zur Verfügung steht. Andererseits steht stets so viel Energie zur Verfügung, dass auch bei Stromausfall zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Greifer zuverlässig aus dem Webfach bewegt werden können.

[0021] Die Gestaltung der Bewegungsgesetze von Bringer- und Nehmergreifer nach Anspruch 12 verbessert die Bedingungen für die Fadenübergabe zusätzlich und führt zu weiteren energetischen Effekten.

[0022] Die Ausführung der Antriebsvorrichtung - nach Anspruch 13 - ermöglicht in optimaler Weise die Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1.
Mit der Bereitstellung einer großen Zahl und einer großen Dichte von Stützstellen vorallem in den Bereichen der größten Beschleunigungen wird ein exaktes Abarbeiten der optimalen, normierten, vorzugsweise harmonischen Übertragungsfunktionen gewährleitstet.

[0023] Die Verwendung von Speichern und deren Organisation - nach Anspruch 14 - führt neben der Reduzierung der Rechenleistungen zwischen aufeinander folgenden Stützstellen zu einer optimalen Arbeitsweise der Servomotoren und zu einer einfacheren Anpassung an unterschiedliche Greiferhübe.

[0024] Die Gestaltung der Servomotoren mit den Parametern nach Anspruch 14 gewährleistet optimale Antriebsbedingungen und sichert Leistungsreserven. Sie hat auch wesentliche Bedeutung für das Resonanzverhalten der Antriebsvorrichtung.

[0025] Die baulichen Maßnahmen der Ansprüche 15 bis 17 tragen ebenfalls zur Optimierung der Arbeitsweise der Vorrichtung bei.

[0026] Die Ansprüche 18 bis 20 beschreiben vorteilhafte Anordnungen von Servomotoren an Greiferwebmaschinen mit mehreren Schusseintragsebenen, die sich insbesondere an Doppelflorwebm aschinen zunehmend durchsetzen. Es sollte auch erwähnt werden, dass Webmaschinen dieser Art durch den erfindungsgemäßen Greiferantrieb überhaupt erst rationell und effektiv ausgestaltet werden können.

[0027] Bei der Verwendung mechanischer Greiferantriebe ist mit einer zusätzlichen Schusseintragsebene stets ein deutlicher Leistungsabfall verbunden. Das mechanische Aus- und Einkuppeln der Antriebe von Greiferstangen - das für bestimmte Bindungen erforderlich ist - ist bei Verwendung mechanischer Greiferantriebe und bei hohen Maschinendrehzahlen praktisch kaum noch beherrschbar.

[0028] Mit der Verwendung der Servoantriebe nach vorliegender Erfindung können die Greifer auch bei wesentlich höheren Maschinendrehzahlen noch zuverlässig angetrieben und nach beliebigen Programmen vom Webvorgang ausgeschlossen werden.Kupplungsvorgänge werden von vorn herein vermieden.

[0029] Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen,

- Fig. 1 eine z. T. als Blockschaltbild dargestellte Greiferwebmaschine mit entsprechend der Erfindung gestalteten Speichern sowie mit Überwachungs- und Antriebsvorrichtungen für die Greiferköpfe,
- Fig. 2 eine als Blockschaltbild dargestellte Organisation der Speicher und der Datenverarbeitung für die Steuerung, für die Überwachung und für die Mittel zum Antrieb einer Greiferstange,
- Fig. 3 ein Diagramm zur Darstellung der wirksamen Trägheitskräfte und -momente in Abhängigkeit von unterschiedlichen Durchmessern des Antriebsrades,
- Fig. 4 eine Darstellung der an dem Antrieb der Greifer beteiligten Massen und Trägheitsmomente,
- Fig. 5 eine als Beispiel zu bewertende Kennlinie eines geeigneten Servomotors,
- Fig.6 ein Diagramm als normierte Übertragungsfunktion, ein daraus abgeleitetes Weg-Drehwinkel-Steuerprogramm, dem Toleranzkurven für Überwachungsvorgänge zugeordnet sind,
- Fig. 7 eine Anordnungsvariante der Servomotoren für eine Doppelflor- Greiferwebmaschine mit vier Schusseintragsebenen in einer Ansicht von der Bedienseite der Webmaschine,
- Fig. 8 eine Seitenansicht zu Fig. 7,
- Fig. 9 eine Ansicht analog der Fig. 8 für eine Doppelflorwebmaschine mit drei Schusseintragsebenen,
- Fig. 10 ein Diagramm einer normierten, harmonischen Übertragungsfunktion mit Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf und
- Fig.11 mit einem Drehmoment-Programm, das dem Beschleunigungsverlauf der Fig. 10 angepasst ist.

[0030] In Fig. 1 ist der Grundaufbau des Antriebes für Greiferstangen 21/ 211 an einer Doppelflorwebmaschine mit zwei Schusseintragsebenen dargestellt. Der Schusseintrag erfolgt nach dem Prinzip der mittigen Fadenübergabe. Ein Bringergreifer übergibt den Schussfaden in der Mitte des Webfaches an den Nehmergreifer.

[0031] Der Antrieb der Greiferstangen 211 (Greiferträger 21) erfolgt durch Servomotoren 3. Die Servomotoren 3 sind Drehstrommotoren mit Rotoren 31 (Fig. 4) und Winkelgebern 32. Sie sind so ausgebildet, dass die bewegten Teile - der Rotor 31, bezogen auf seine Achse -

ein Trägheitsmoment aufweisen, das kleiner ist als 0,006 kgm^2 - vorzugsweise kleiner als 0,003 kgm^2. Ihre Nenndrehzahl sollte gleich oder höher sein als 4000 U/min. Bei Webmaschinen mit einer Nennbreite über 5m kann man auch ab etwa 3000 U/min gute Ergebnisse erzielen und Resonanzerscheinungen vermeiden.

[0032] Das Nenndrehmoment der Servomotoren 3 an Greiferwebmaschinen mit einer Arbeitsbreite von etwa 4 m wird zweckmäßigerweise etwa bei 50 Nm liegen. Der Servomotor 3 sollte dabei ein maximales Drehmoment von mindestens 150 Nm oder mehr aufbringen. Wünschenswert ist es, wenn der Servomotor 3 mindestens an ca. 50 Stützstellen pro Zyklus, vorzugsweise jedoch an über 100 Stützstellen pro Umdrehung der Hauptwelle der Webmaschine ansteuerbar ist.

[0033] Die Servomotoren 3 übertragen die von ihnen erzeugte Drehbewegung mittels Antriebszahnrad 34 auf die als Zahnstangen ausgebildeten Greiferstangen 211 bzw. Greiferbänder 212, die frontseitig jeweils einen Greiferkopf 2 tragen.

[0034] Mit dem Rotor 31 sind Winkelmarkierungen 32 verbunden, die durch einen inkrementalen Winkelgeber eine sehr genaue Darstellung der Bewegung des Servomotors 3 ermöglichen.

[0035] Der Servomotor 3 ist geeignet als Generator zu arbeiten und in Phasen von Bremsvorgängen die dort frei werdende Leistung an einen Energie speichernden elektrischen Zwischenkreis Z zu geben. In den bekannten Zwischenkreis Z wird die Bremsenergie aller Motoren der Webmaschine gespeichert. Sie steht in ausreichendem Maße für die Unterstützung von Beschleunigungsvorgängen und für Antriebsvorgänge bestimmter Aggregate bei Netzausfall zur Verfügung. Im Bedarfsfalle kann dem Zwischenkreis auch ein Akkumulator zugeordnet werden.

[0036] Eine erfindungsgemäße Besonderheit stellt das Bereitstellen des Steuerprogrammes für das Weg-Zeit-Gesetz der Greiferstangen dar. Sie wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und Fig. 2 näher beschrieben. Während nach bisheriger Praxis jede Position des Weg-Zeit-Verlaufes gesondert aus Daten des Gesamtweges, der bis zum Hub-Ende verfügbaren Zeit und einer ungefähren Bewegungsform jeweils zwischen zwei Stützstellen neu berechnet wurde oder ein fest eingespeichertes Weg-Zeit-Programm bereit gestellt wurde, steht mit der Erfindung ein wesentlich einfacheres und effektiveres Verfahren zur Verfügung.

[0037] In dem, der Steuereinheit zugeordneten Speicher wird zunächst eine normierte Übertragungsfunktion abrufbar gespeichert. Diese Übertragungsfunktion (Weg/Drehwinkel α) bestimmt den normierten Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf der vorgesehenen Bewegung und ist auf die nacheinander erreichten Drehwinkel α der Hauptwelle der Greiferwebmaschine bezogen.

[0038] Solche normierten Übertragungsfunktionen sind - abhängig von den verwendeten Potenzen der Funktionen - nach verschieden hohen Ordnungen (oder Graden) eingeteilt. Als Faustregel gilt: dass je höher die Ordnung - um so niedriger ist die normierte maximale Beschleunigung. Solche Übertragungsfunktionen können auch als sog. "harmonische" Übertragungsfunktionen ausgestaltet werden. Vergleichen Sie hierzu u.a. die Definition der "harmonischen Schwingung" im BROCKHAUS Naturwissenschaft und Technik, Seite 877 (Band 2) - Verlag Spektrum-Akademischer Verlag- Ausgabe 2003.

Den normierten, harmonischen Übertragungsfunktionen werden dabei mindestens abschnittsweise harmonische, gedämpfte Schwingungen überlagert. Durch sie wird es möglich, insbesondere maximale Beschleunigungen weiter zu reduzieren.

[0039] Eine Erfahrung zeigt, dass normierte Übertragungsfunktionen höherer Ordnung bzw. höheren Grades in Verbindung mit mechanischen Getrieben der Gefahr von Resonanzerscheinungen ausgesetzt sind. Das zeigte sich auch an mechanischen Antriebsvorrichtungen für die Greiferstangen 211. Normierte Übertragungsfunktionen 7. Grades bildeten dort eine kaum überwindbare Hürde.

Die realisierbaren Beschleunigungen lagen damit derart hoch, dass die Eingriffsbedingungen zwischen Antriebsrad 34 und Greiferstange 211 mit den dafür verfügbaren Werkstoffen nur bei relativ großen Raddurchmessern Dr des Antriebsrades 34 gewährleistet werden konnten. Diese großen Durchmesser Dr führten wieder zu größeren, bewegten Massen. Die maximalen Drehzahlen der Webmaschinen der eingangs genannten Art blieben damit auf ein niedriges Niveau begrenzt.

[0040] Die vorliegende Erfindung löst sich aus diesem Dilemma durch eine Kombination von Maßnahmen:

Zunächst wird die gespeicherte normierte Übertragungsfunktion mit einer großen Zahl von Stützstellen pro Doppelhub (Zyklus) hinterlegt. Parallel dazu werden Wegparameter S eingegeben oder abrufbar gespeichert, die gewährleisten, dass anstelle des normierten Weges der tatsächlich notwendige Weg durch den Servomotor 3 realisiert werden kann. In der Regel sind Wegparameter S über einen bestimmten Zeitraum festlegbare Faktoren, die in Verbindung mit den normierten Wegparametern zu dem realen Weg S führen.

Es ist möglich, zwischen zwei Stützstellen die notwendigen, einfachen Rechenoperationen (Multiplikation) auszuführen, ohne dass darunter die Genauigkeit des Bewegungsvorganges leidet.

Möglich ist es aber auch, dass unmittelbar nach der Eingabe des Wegparameters S aus der normierten Übertragungsfunktion SP1 und dem Wegparameter SP2 ein Weg- Drehwinkel- Steuerprogramm SP3 berechnet und gespeichert wird, das durch Drehwinkelsigna le der Hauptwelle 11 der Webmaschine schrittweise und synchronisierend abgerufen wird.

Dieses Weg-Drehwinkel-Steuerprogramm SP3 kann auch durch differenzierte Drehmoment-Parameter modifiziert werden. Diese differenzierten Drehmoment-Parameter SP3M lassen sich rechnerisch - gestützt durch

entsprechende Tests - aus dem Beschleunigungsverlauf der Übertragungsfunktionen ableiten.

Dabei werden die zu überwindenden Trägheitsmomente summiert, mit der jeweiligen, realen (nicht mit der normierten) Beschleunigung multipliziert, durch den Radius des Antriebsrades 34 dividiert und mit einem Summanden ergänzt, der sonstige Widerstände und die Reibung repräsentiert. In den Fig 10 und 11 sind die Beziehungen zwischen Beschleunigung und Drehmoment schematisch dargestellt.

[0041] Hat man auf diese Weise die Drehmomenten-Parameter SP3M ermittelt, kann man leicht bestimmen, mit welchem Strom man den Motor speisen muss, damit er die entsprechenden Drehmoment-Parameter SP3M realisiert.

[0042] Werden den Servomotoren 2 gleichzeitig mit den entsprechenden Wegpositionen auch die entsprechenden Drehmoment- oder Strom-Parameter pro Stützstelle übergeben, sind die Servomotoren auch bei hohen Drehzahlen in der Lage, die Greiferstangen sehr genau nach dem vorgegebenen Bewegungsgesetz anzutreiben.

Bereitet man Steuerprogramme SP3M oder SP3I so vor, dass sie schrittweise mit Drehwinkelsignalen aktiviert werden können, sind zwischen zwei Stützstellen überhaupt keine Rechenoperationen und keine Regelvorgänge mehr notwendig. Der Schrittmotor 3 führt stets eine Bewegung nach einem Weg-Zeit-Programm SP4 (vergl. Fig. 2) aus, das durch die hohe Zahl der Stützstellen und die vorgegebenen Drehmomente sehr genau definiert ist.

[0043] Das so vorbereitete Bewegungs- und Drehmoment-Programm SP3M für die Servomotoren 3 steht für die Ansteuerung des Servomotors 3 in der beschriebenen Weise bereit.

Die Entscheidung, ob der jeweilige Servomotor 3 angesteuert wird oder nicht, trifft das Anwendungsprogramm SP5. Dieses Anwendungsprogramm SP5 enthält zunächst die Daten für das Web- oder Bindungsprogramm SP51. Es bestimmt, welcher Schuss in welcher Schusseintragsebene in welchem Schritt eines Rapportes eingetragen wird oder nicht.

Zu den Anwendungsprogrammen SP5 gehören aber auch Programme, die unter dem Begriff Serviceprogramme SP52 zusammengefasst sind. Solche Programme sind u. a. Schuss-Such-Programme SP521, Programme zum Test der Fadenübergabe zwischen den Greiferköpfen SP522 und Programme SP523 für andere Tests unter Verwendung des Kriech- oder Tip-Betriebes.

[0044] Schließlich zählen zu den Anwendungsprogrammen auch die sog. Havarieprogramme SP53, bei denen die Greiferstangen oder Greiferträger z. B. bei Stromausfall unter Verwendung von Energie aus dem Zwischenstromkreis Z aus dem Bereich des Webfaches bewegt werden.

[0045] Zum Zwecke der Überwachung der Antriebsfunktionen der Servomotoren 3 werden beiderseits des Weg-Drehwinkelverlaufes - wie aus der Fig. 6 ersichtlich - sog. Toleranzkurven f(T,s) bzw. f(T',s) (vergleiche Fig. 6) festgelegt.

In der Steuerung nach Fig. 2 ist für diesen Zweck ein Überwachungsprogramm SP6 vorgesehen. Hierfür wird ein Toleranzprogramm SP61 vorgegeben. Es gibt vor, in welchen Drehwinkelbereichen welche Toleranzen vorgegeben werden.

Das Weg-Drehwinkel -Toleranzprogramm SP611 stellt eine Kombination von SP3 und SP61 dar. Die so gewonnenen Toleranzkurven f(T,s) bzw. f(T',s) kennzeichnen die Grenzen der Zulässigkeit der Greiferbewegungen.

Befindet sich der am Servomotor 3 durch den inkrementalen Geber 32 in einer bestimmten Phase gemessene Weg außerhalb der Toleranzkurven, schaltet der Vergleicher V das Stop-Signal für die Webmaschine ein und das Anhalteprogramm wird ausgelöst.

[0046] Damit nicht in jedem Falle - z. B. bei einer geringeren Abweichung - die Maschine abgestellt werden muss, kann man die Maschine auch auf eine geringere Arbeitsgeschwindigkeit umstellen.

Z. B. dann, wenn die Maschine längere Zeit gestanden hat und schwergängig ist, kann man bei niedriger Drehzahl die Betriebstemperatur der Maschine allmählich erhöhen, bis die übliche Leichtgängigkeit erreicht ist.

[0047] Aus der Praxis ist bekannt, dass Webmaschinen, insbesondere solche mit einer Jacquardmaschine, innerhalb jeder Hauptwellenumdrehung ihre Winkelgeschwindigkeit um bis zu 10 % variiert.

Diese Variation der Winkelgeschwindigkeit wirkt sich auf die Art und Weise des Weg-Zeit-Verlaufes der Servomotoren 3 sehr nachteilig aus. Damit können wesentliche Leistungsverluste entstehen. Aus diesem Grunde wird im Zusammenhang mit der Ansteuerung der Servomotoren 3 mit einer sog. virtuellen Hauptwelle 12 der Webmaschine gearbeitet. Diese virtuelle Hauptwelle 12 muss keine gegenständliche Welle sein. Die virtuelle Hauptwelle 12 dreht sich mit der Durchschnittgeschwindigkeit der wirklichen Hauptwelle 11. Ihre Drehzahl wird vorzugsweise einmal pro Umdrehung - vorzugsweise in der Phase des Anschlagens des Schussfadens - synchronisiert. Die virtuelle Hauptwelle 12 gibt während jeder Umdrehung stets im gleichen Rhythmus Signale für die Realisierung des Weg-Zeit-Programms der Servomotoren 3.

[0048] In Fig. 3 werden zur Erläuterung der Erfindung die Auswirkungen der Masse bzw. der Trägheitsmomente der bewegten Teile auf das Gesamtmoment, dass der Servomotor 3 aufbringen muss, in Abhängigkeit vom Durchmesser des Antriebsrades 34 dargestellt. Wir können erkennen, dass das Trägheitsmoment JR des Antriebsrades 34 mit steigendem Durchmesser zunehmend die Größe des Gesamtmomentes M bestimmt. Dagegen nimmt der Einfluss der Eigenträgheit des Servomotors - das Trägheitsmoment JM des Rotors 31 - mit steigendem Durchmesser des Antriebsrades 34 ab.

Angesichts der Tatsache, dass bereits bei niedrigen Drehzahlen des Servomotors 3 ein hohes Drehmoment bereitgestellt werden muss, ist es von entscheidender Bedeutung von vorn herein eine niedrige Eigenträgheit

JM des Motors und eine niedrige Trägheit der übrigen bewegten Teile - Fremdträgheit - zu gewährleisten. Da, wie aus Fig. 5 ersichtlich, das verfügbare Drehmoment eines als Beispiel gewählten Servomotors 3 im Maximum bei etwa 150 Nm bis 200 Nm liegt, gilt es abzusichern, den Durchmesser Dr des Antriebsrades 34 und den des Rotors 31 - siehe Fig. 4 des Servomotors 3 möglichst niedrig zu halten. Der Durchmesser Dr des Antriebsrades 34, das mit einer Greiferstange zusammenwirkt, sollte demnach zwischen 80 und 140 mm gewählt werden.

[0049] In ähnlichen Größenordnungen sollte sich auch der größte Durchmesser des Rotors 31 bewegen. Ein bei Bedarf größeres Drehmoment des Servomotors 3 sollte man durch eine Verlängerung des Rotors 31 realisieren. Es hat sich gezeigt, dass das Verhältnis der Rotorlänge zu seinem Durchmesser größer sein sollte als 3 : 1.

[0050] Das Nenndrehmoment der Servomotoren 3 wird entsprechend dem Beispiel der Fig. 5 bei etwa bei einem Drittel des maximalen Drehmomentes liegen. Aus Gründen der Begrenzung der maximalen Beschleunigung und der maximalen Geschwindigkeit sowie wegen der Vermeidung von Resonanzerscheinungen hat es sich als sinnvoll erwiesen die Nenndrehzahl des Servomotors bei oder über 4000 U/min anzusiedeln.

[0051] Die Überwachung der Arbeitsweise der Servomotoren 3 wird nochmals unter Hinweis auf Fig. 6 beschrieben. Diese Weg-Drehwinkelkurven f(s) zeigen zunächst im unteren, mittleren Bereich die f(Sn) - die normierte Übertragungsfunktion f(Sn).

[0052] Die Kurve f(s) stellt die gewünschte Weg-Drehwinkelfunktion dar, die mit dem Faktor des Wegparameters SP2 modifiziert ist.

[0053] Zur Vermeidung von Havarien ist es notwendig, zu jeder Zeit zu kontrollieren, ob der Greifer auch die Bewegung ausführt, die er für den normalen Schusseintrag ausführen muss. Zu diesem Zweck sind der Kurve f(s) zwei Toleranzkurven f(T's) bzw. f(Ts) zugeordnet. Die Abstände T1, T2, T3 dieser Toleranzkurven von der Kurve f(s) ist differenziert. In der Phase des Bewegungsantrittes ist der zulässige Abstand T1 nahe Null. Während der Bewegung zur Schussfadenübergabe im Webfach und von dort zurück sind deutlich größere Abstände T2 möglich. In der Phase der Schussfadenübergabe sollten die Abstände T3 wieder reduziert sein. Optimal erscheinen hier Werte von T3 gleich oder kleiner 5 mm.

[0054] Die Anordnung der Servomotoren 3 in der Doppelflorwebmaschine mit mehr als zwei Schusseintragsebenen ist in den Fig. 7 bis 9 dargestellt.

Unter Berücksichtigung der angestrebten Funktion ist es bei vier Schusseintragsebenen (Fig. 7 und 8) zweckmäßig, auf jeder Seite der Webmaschine zwei Servomotoren hängend und zwei Servomotoren stehend anzuordnen. Jeder Servomotor 3 treibt eine Greiferstange 211. Zweckmäßiger Weise sind die Motoren 3 der obersten bzw. untersten Schusseintragsebene weiter von der Schussanschlagkante am Gewebe entfernt als die der mittleren Schusseintragsebenen. Damit hält man die Gesamt-Fachhöhe im Grenzen.

[0055] An Doppelflorwebmaschinen mit drei Schusseintragsebenen ist es zweckmäßig, die Achsen eines hängend und eines stehend angeordneten Servomotors 3 miteinander zu verbinden und an der Verbindungsstelle das Antriebsrad 34 für die mittlere Schusseintragsebene anzuordnen.(Fig. 9)

[0056] Im bisherigen Bespiel wurde als Greiferträger stets ein Stangengreifer beschrieben. Jeder Fachmann weiß, dass anstelle der Greiferstangen 211 auch Greiferbänder 212 eingesetzt werden können. Diese haben als solche eine deutlich geringere Masse als Greiferstangen 211 und damit eine wesentlich geringere Trägheit.

[0057] Wir haben gesehen, dass für eine erwünschte Leistungssteigerung ein Antriebsrad 34 mit kleinem Durchmesser Dr erforderlich ist. Gehen wir davon aus, dass das Greiferband 212 - als Greiferträger 21 - aus einem leichten, flexiblen Werkstoff besteht und eine geringe Dicke hat, müssen wir mit deutlich größeren Umschlingungswinkeln des Greiferbandes 212 um das Antriebsrad 34 rechnen.

Das erfordert, dass bei jedem Hub eine große Formänderungsarbeit auszuführen ist und zusätzliche, meist an der Bewegung des Greiferbandes 212 beteiligte Führungselemente vorgesehen werden müssen.

Ein solcher Aufbau der am Antrieb der Greifer beteiligten Elemente ist Bestandteil der Erfindung, wenn die Eigenträgheit und die Fremdträgheit -bezogen auf die Motorwelle - in den in den Ansprüchen definierten Bereichen liegen.

[0058] Zweckmäßig erscheint es, - unabhängig davon, ob man eine Greiferstange 211 oder ein Greiferband 212 verwendet, zwischen dem Greiferträger 21 und dem Antriebsrad 34 eine möglichst optimale Verzahnung zu realisieren und die Masse auf ein niedriges Niveau zu bringen.

An Greiferstangen 211 erreicht man das, wenn man den Querschnitt des Stangenkörpers reduziert und dafür stegförmige Führungselemente anordnet, die sich an den Fäden der Fachebenen und / oder am Riet der Weblade abstützen.

[0059] An Greiferbändern 212, die im Webfach mittels entsprechender Platinen geführt werden, könnte man die Eingriffsflächen für die Zähne des Antriebsrades im Querschnitt vergrößern, ohne die Flexibilität, die Führungsfähigkeit und die Masse des Greiferbandes deutlich negativ zu beeinträchtigen.

Bezugszeichenliste

[0060]

1	Greiferwebmaschine, Doppelflorwebmaschine
11	Hauptwelle
12	virtuelle Hauptwelle
121	Winkelgeber
2	Greiferkopf
21	Greiferträger

211	Greiferstange
212	Greiferband
3	Servom otor
31	Rotor
32	Winkelgeber / IGR
34	Antriebsrad

SP	Speicher
SP1	- normierte Übertragungsfunktion, f(Sn,α)
SP2	- Wegparameter (S)
SP3	Weg-Drehwinkel-Programm, f(S, α)
SP3M	Drehmoment-Drehwinkel-Programm
SP4	Weg-Zeit-Programm, f(S,t)
SP5	Anwendungsprogramme
SP51	Web- / Bindungsprogramm
SP52	Service-Programm
SP521	- Schuss-Such-Programm
SP522	- Testprogramm - Schussübergabe
SP523	- Testprogramm - Kriech- oder Tip-Betrieb
SP53	Havarieprogramm
SP6	Überwachungsprogramm
SP61	Toleranzprogramm
SP611	Weg-Drehwinkel- Toleranz-Programm
f(Ts), f(T's)	Toleranzkurve
T1,T2,T3	Abstände
ST	Steuerung
L	Leistungssteuerung
V	Vergleicher
Z	Zwischenstrom kreis
N	Netz
Jm	Trägheitsmoment - Motor
Jr	Trägheitsmoment - Antriebsrad
ms	Masse - Stange
M	Masse - gesamt
n	Drehzahl

Patentansprüche

1. Verfahren zum Antreiben von Greiferköpfen an Greiferwebmaschinen
mit Servomotoren, die über Antriebszahnräder direkt die, die Greiferköpfe führenden Greiferträger antreiben,
wobei den Servomotoren (3) von einer Steuereinheit Steuerdaten für den Bewegungsablauf in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Signalen zugeführt werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Servomotoren Wechsel- oder Drehstrommotoren (3) eingesetzt werden, die eine Nenndrehzahl besitzen, die gleich oder größer ist als 3000 U/min, und
deren Eigenträgheit - nämlich das Trägheitsmoment des Rotors (31), bezogen auf seine Achse - kleiner ist als 0,006kgm^2,
dass Ausgangsdaten für die Steuerdaten der Servomotoren in Form von normierten Übertragungsfunktionen, die den Weg (S) abhängig vom Drehwinkel (α) der Hauptwelle (11) der Greiferwebmaschine definieren, und Wegparametern abrufbar gespeichert werden und
dass die nacheinander aktivierbaren Signale hochauflösende Drehwinkelsignale der Hauptwelle (11; 12) der Greiferwebmaschine sind und die Parameter der Übertragungsfunktionen und die Wegparameter für die Ausgabe von Steuersignalen für die Servomotoren gleichzeitig einzeln oder als gespeicherte Kombination abrufen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass auch variable, den Beschleunigungen der Übertragungsfunktionen angepasste Drehmoment-Parameter für die Servomotoren (3) gespeichert sind und
dass diese Drehmoment-Parameter für die Ausgabe von Steuersignalen gemeinsam mit den Übertragungsfunktionen und den Wegparametern einzeln oder als gespeicherte Kombination abgerufen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Fremdträgheit - nämlich die Summe der Trägheitsmomente des Antriebsrades (34), des Greiferträgers (21), des Greiferkopfes (2) und der evtl. mitbewegten Führungselemente - nicht mehr als das Vierfache der Eigenträgheit des Servomotors (3) - bezogen auf die Achse der Motorwelle - beträgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass Servomotoren (3) mit einem Nenndrehmoment von größer als 40 Nm und einem Spitzendrehmoment zwischen 140 und 200 Nm gewählt werden und
dass die Servomotoren (3) mit einer Nenndrehzahl über 4000 U/min mit Maximal-Drehzahlen bis über 6000 U/min betrieben werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die normierten Übertagungsfunktionen der Bewegung der Greiferträger harmonische Übertragungsfunktionen siebenter oder einer höheren Ordnung sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass anstelle der natürlichen Hauptwelle (11) der Greiferwebmaschine (1) eine virtuelle Hauptwelle (12) die Drehwinkelsignale liefert und
dass die virtuelle Hauptwelle (12) eine gleichbleibende Winkelgeschwindigkeit simuliert, die mit der

durchschnittlichen Winkelgeschwindigkeit der natürlichen Hauptwelle (11) mindestens einmal pro Umdrehung synchonisiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass den Bewegungsgesetzen der Greifer ein- oder beidseitig Toleranzkurven für Überwachungsvorgänge zugeordnet sind, deren Überschreitung durch Positionssignale des jeweiligen Servomotors Korrektur- oder Abschaltvorgänge auslöst.

8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Abstände der Toleranzkurven von den Bewegungsbahnen der Greifer in den Wendephasen der Greiferköpfe (2) kleiner sind, als in den übrigen Bereichen.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Eigenträgheit des Servomotors (3) kleiner ist als 0,003 kgm^2 und
dass die Fremdträgheit dem 0,8 bis 1,5-fachen des Trägkeitsmomentes des Servomotors entspricht.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**
dass in dem Speicher mehrere, wahlweise abrufbare normierte Übertragungsfunktionen und Wegparameter abgelegt sind und
dass in jeder Tour und/oder beim Stillstand der Greiferwebmaschine unterschiedliche oder keine der Übertragungsfunktionen und Wegparameter durch Steuerprogramme aktiviert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass bei Stromausfall die Greiferträger (21) mittels Energie aus einem Zwischenstromkreis aus dem Webfach bewegt werden und
dass der Zwischenstromkreis durch die Bremsenergie mehrerer Motoren unterschiedlicher Funktion und/oder durch Akkumulatoren gespeist wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Bewegungsgesetze der Bringer- und Nehmergreifer unterschiedlich gestaltet sind,
dass das die Bewegungsumkehr des Nehmergreifers früher erfolgt als beim Bringergreifer und
dass Bringer- und Nehmegreifer während der Fadenübergabe eine gleichgerichtete Bewegung ausführen.

13. Antriebsvorrichtung für die Greiferköpfe einer Greiferwebmaschine
mit außerhalb der Webfächer gelagerten Servomotoren (3), auf deren Wellen Antriebsräder (34) montiert sind,
mit Greiferträgern (21),
die die Greiferköpfe (2) in das und in dem Webfach führen und
die über Zahnelemente mit den Antriebsrädern (34) der Servomotoren (3) in Eingriff stehen,
mit einer Steuereinheit und einem Speicher für die Vorgabe von Steuerdaten für den Bewegungsablauf der Servomotoren (3), der Winkelgeber (121) an der Hauptwelle (11) der Webmaschine und Winkelgeber (32) an der Achse der Servomotoren (3) zugeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Servomotoren (3) Wechsel- oder Drehstrommotoren mit einer Nenndrehzahl zwischen 3000 und 7000 U/min und einem maximalen Drehmoment zwischen 140 und 200 Nm sind,
dass die Winkelgeber (121; 32) an der Hauptwelle (11; 12) der Webmaschine und /oder an der Achse des/der Servomotoren (3) pro Umdrehung mehr als 50 Stützstellen für Positionsvorgaben besitzen,
dass das Trägheitsmoment der bewegten Teile jedes Servomotors (3) - bezogen auf seine Achse - kleiner ist als 0,006kgm^2 und
dass der Speicher für die Vorgabe von Steuersignalen an die Servomotoren (3) normierte Übertragungsfunktionen, die den Weg (s) abhängig vom Drehwinkel (α) der Hauptwelle (11) der Greiferwebmaschine definieren, Drehmoment- und Wegparameter enthält, die in Abhängigkeit von nacheinander aktivierbaren Drehwinkelsignalen der Hauptwelle (11; 12) der Greiferwebmaschine (1) abrufbar sind.

14. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Maximaldrehzahl der Servomotoren (3) für den Antrieb von Greiferstangen zwischen 5500 und 6500 U/min und das maximale Drehmoment zwischen 140 und 200 Nm gewählt ist und
dass der Durchmesser (Dr) der auf der Welle der Servomotoren (3) befestigten Antriebsräder (34) zwischen 80 und 140 mm beträgt.

15. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Abmessungen des magnetisierbaren Teiles des Rotors (31) der Servomotoren (3) ein Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser besitzen, das größer ist als 3 : 1

16. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Greiferträger (21) als Greiferstange (211) ausgebildet ist,
dass die Greiferstange (211) im mittleren Bereich ihres Querschnittes mit einer auf die Verzahnung des Antriebrades (34) abgestimmten Evolventen-

verzahnung versehen ist und
dass sich der mittlere Bereich des Querschnittes der Greiferstange (211) mindestens abschnittsweise über radial gerichtete Stege am Webblatt und an den Kettfadenscharen der einzelnen Fachebenen abstützt.

17. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Servomotoren (3) und die Führungen für die Greiferstangen (211) oder - bändern (212) an der Webladeneinheit angeordnet sind.

18. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass an Greiferwebmaschinen (1) mit zwei oder mehreren Schusseintagsebenen jeder Greiferstange (211) ein Servomotor (3) zugeordnet ist und
dass die Servomotoren (3) der oberen Schusseintragsebene(n) stehend und die der unteren Schusseintragsebene(n) hängend angeordnet sind.

19. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass an Greiferwebmaschinen (1) mit drei Schusseintagsebenen jeder Greiferstange (211) der obersten und jeder Greiferstange (211) der untersten Schusseintragseben e ein Servomotor (3) zugeordnet ist und
dass die Greiferstangen (211) der mittleren Schusseintragsebene mit Antriebsrädern kämmen, die mit den Servomotoren (3) der oberen und der unteren Schusseintragsebenen antriebsverbunden sind.

20. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass an Greiferwebmaschinen (1) mit vier Schusseintragsebenen jeder Greiferstange (211) ein Servomotor (3) zugeordnet ist und
dass die Achsen der Servomotoren (3) für die äußeren Schusseintragsebenen weiter von der Schussanschlagkante am Gewebe ernfernt sind, als die Achsen der mittleren Schusseintragsebenen.

Claims

1. Method for operating grip heads on gripper looms with servomotors that drive the gripper carriers which guide the grip heads directly via drive gears,
such that control data for the movement sequence are furnished by a control unit to the servomotors (3) as a function of signals that can be activated in succession,
characterised in that
as the servomotors, alternating-current or three-phase current motors (3) having a nominal rotation speed equal to or higher than 3000 r/min, and whose intrinsic inertia - namely the moment of inertia of the rotor (31) in relation to its axis - is less than 0.006 kgm^2,
are used,
output data for the control of the servomotors are stored retrievably in the form of standardised transmission functions which define the path (S) as a function of the rotation angle (α) of the main shaft (11) of the gripper loom, and path parameters, and
the signals that can be activated in succession are high-resolution rotation angle signals from the main shaft (11; 12) of the gripper loom, and call up the parameters of the transmission functions and the path parameters for the output of servomotor control signals at the same time, individually or as a stored combination.

2. Method according to Claim 1, **characterised in that** variable torque parameters for the servomotors (3) adapted to the accelerations of the transmission functions are also stored, and
for the output of control signals these torque parameters, together with the transmission functions and the path parameters, are retrieved individually or as a stored combination.

3. Method according to Claim 1, **characterised in that** the external inertia - namely the sum of the moments of inertia of the drive gear (34), the gripper carrier (21), the grip head (2) and any guiding elements moved with them - no longer amounts to four times the intrinsic inertia of the servomotor (3) - related to the axis of the motor shaft.

4. Method according to Claim 1, **characterised in that** servomotors (3) with a nominal torque higher than 40 Nm and a peak torque between 140 and 200 Nm are chosen, and
the servomotors (3)are operated with a nominal speed higher than 4000 r/min and maximum speeds up to more than 6000 r/min.

5. Method according to Claim 1, **characterised in that** the standardised transmission functions of the movement of the gripper carriers are harmonic transmission functions of the seventh or a higher order.

6. Method according to Claim 1, **characterised in that** instead of the natural main shaft (11) of the gripper loom (1), a virtual main shaft (12) furnishes the rotation angle signals, and
the virtual main shaft (12) simulates a constant angular velocity, which is synchronised with the mean angular velocity of the natural main shaft (11) at least once per revolution.

7. Method according to Claim 1, **characterised in that** the laws of motion of the grips are associated with

tolerance curves on one or both sides for monitoring processes, such that when these are exceeded by position signals of the respective servomotor correction or shut-down processes are triggered.

8. Method according to Claim 1, **characterised in that** the distances of the tolerance curves from the movement paths of the grippers are smaller in the turning phase of the grip heads (2) than in other areas.

9. Method according to Claims 1 or 3, **characterised in that**
the intrinsic inertia of the servomotors (3) is less than 0.003 kgm^2, and
the external inertia amounts to 0.8 to 1.5 times the moment of inertia of the servomotors.

10. Method according to Claims 1 or 2, **characterised in that**
several optionally retrievable, standardised transmission functions and path parameters are stored in the memory, and
at each turn of the gripper loom and/or when it is static, different ones or none of the transmission functions and path parameters are activated by control programs.

11. Method according to Claim 1, **characterised in that** in the event of a power cut the gripper carriers (21) are moved out of the shed by means of energy from an intermediate power circuit, and
the intermediate power circuit is fed by the braking energy from several motors with different functions and/or by accumulators.

12. Method according to Claim 1, **characterised in that** the laws of motion of the weft insertion gripper and receiver grippers are different,
the movement reversal of the receiver gripper takes place earlier than that of the weft insertion gripper, and
during the thread transfer the weft insertion and receiver grippers move in the same direction.

13. Drive mechanism for the grip heads of a gripper loom,
with servomotors (3) mounted outside the sheds, on whose shafts are mounted drive gears (34),
with gripper carriers (21),
which guide the grip heads (2) into and within the shed, and
which are engaged with the drive gears (34) of the servomotors (3) via toothed elements,
with a control unit and a memory for the input of control data for the movement sequence of the servomotors (3), which are associated with an angle indicator (121) on the main shaft (11) of the loom and angle indicators (32) on the axles of the servomotors (3),
characterised in that
the servomotors (3) are alternating-current or three-phase current motors with a nominal rotation speed between 300 and 7000 r/min and a maximum torque between 140 and 200 Nm,
the angle indicators (121; 32) on the main shaft (11; 12) of the loom and/or on the axle(s) of the servomotor(s) (3) have more than 50 support points for position identification,
the moment of inertia of the moving parts of each servomotor (3) - relative to its axle - is less than 0.006 kgm^2, and
the memory for the emission of control signals to the servomotors (3) contains standardised transmission functions which define the path (S) as a function of the rotation angle (α) of the main shaft (11) of the gripper loom, as well as torque parameters and path parameters, which can be called up as a function of rotation angle signals from the main shaft (11; 12) of the gripper loom (1) that can be activated in succession.

14. Drive mechanism according to Claim 13, **characterised in that**
the maximum speed of the servomotors (3) for driving gripper rods is chosen between 5500 and 6500 r/min and the maximum torque between 140 and 200 NM, and
the diameter (Dr) of the drive gears (34) fixed on the shafts of the servomotors (3) is between 80 and 140 mm.

15. Drive mechanism according to Claim 13, **characterised in that**
the dimensions of the magnetisable portion of the rotor (31) of the servomotors (3) have a length to diameter ratio larger than 3:1.

16. Drive mechanism according to Claim 13, **characterised in that**
the gripper carrier (21) is made as a gripper rod (211),
the gripper rod (211) is provided in the central area of its cross-section with involute-tooth gearing which matches the gearing of the drive gear (34), and
the central area of the cross-section of the gripper rod (211) is supported at least in sections via radially directed webs on the reed and on the warp thread groupings of the individual shed planes.

17. Drive mechanism according to Claim 13, **characterised in that**
the servomotors (3) and the guides for the gripper rods (211) or strips (212) are arranged on the sley unit.

18. Drive mechanism according to Claim 13, **characterised in that**

on gripper looms (1) with two or more weft insertion planes a servomotor (3) is associated with each gripper rod (211), and
the servomotors (3) of the upper weft insertion plane (s) are arranged statically and those of the lower weft insertion plane(s) are suspended.

19. Drive mechanism according to Claim 13, **characterised in that**
on gripper looms (1) with three weft insertion planes, a servomotor (3) is associated with each gripper rod (211) of the uppermost and with each gripper rod (211) of the lowest weft insertion plane, and
the gripper rods (211) of the middle weft insertion plane engage with drive gears which are in driving connection with the servomotors (3) of the uppermost and lowest weft insertion plane.

20. Drive mechanism according to Claim 13, **characterised in that**
on gripper looms (1) with four weft insertion planes a servomotor (3) is associated with each gripper rod (211), and
the axles of the servomotors (3) for the outer weft insertion planes are further away from the beat-up edge on the fabric than are the axles of those for the middle weft insertion planes.

Revendications

1. Procédé d'entraînement de têtes de lances au niveau de machines à tisser à pinces équipées de servomoteurs, qui entraînent directement, par des roues d'entraînement dentées, les supports de lance guidant les têtes de lances,
dans lequel des données relatives au déroulement de déplacement sont fournies aux servomoteurs par une unité de commande, en fonction de signaux pouvant être activés les uns après les autres,
caractérisé
en ce que l'on utilise en tant que servomoteurs des moteurs à courant alternatif ou continu (3) qui possèdent une vitesse nominale qui est supérieure ou égale à 3 000 tours/mn, et
dont l'inertie propre - à savoir le moment d'inertie du rotor (31), par rapport à son axe - est inférieure à 0,006 kgm^2,
en ce que des données de départ pour les données de commande des servomoteurs sont mémorisées de façon extractible sous la forme de fonctions de transfert normalisées, qui définissent le trajet (S) en fonction de l'angle de rotation (α) de l'arbre de transmission (11) de la machine à tisser à pinces, et de paramètres de trajet, et
en ce que les signaux pouvant être activés les uns à la suite des autres sont des signaux à haute résolution d'angle de rotation de l'arbre de transmission (11 ; 12) de la machine à tisser à pinces et en ce que les paramètres des fonctions de transfert et les paramètres de trajet pour l'émission des signaux de commande à destination des servomoteurs sont extraits simultanément individuellement ou en tant que combinaison mémorisée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** sont aussi mémorisés, pour les servomoteurs (3), des paramètres de couple variables adaptés aux accélérations des fonctions de transfert, et **en ce que** ces paramètres de couple pour l'émission de signaux de commande sont extraits séparément ou en tant que combinaison mémorisée conjointement aux fonctions de transfert et aux paramètres de trajet.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'inertie étrangère - à savoir la somme des moments d'inertie de la roue d'entraînement (34), du support de lance (21), de la tête de lance (2) et des éventuels éléments de guidage associés - n'est pas supérieure à quatre fois l'inertie propre du servomoteur (3) - par rapport à l'axe de l'arbre du moteur.

4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on sélectionne des servomoteurs (3) ayant un couple nominal supérieur à 40 Nm et un couple de pointe entre 140 et 200 Nm, et
en ce que les servomoteurs (3) sont entraînés avec une vitesse nominale supérieure à 4 000 tours/mn et des vitesses maximales allant jusqu'à plus de 6 000 tours/mn.

5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fonctions de transfert normalisées du mouvement des supports de lances sont des fonctions de transfert harmoniques du septième ordre ou d'un ordre supérieur.

6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**à la place de l'arbre de transmission naturel (11) de la machine à tisser à pinces (1), un arbre de transmission virtuel (12) fournit les signaux d'angle de rotation et
en ce que l'arbre de transmission virtuel (12) simule une vitesse angulaire constante qui est synchronisée avec la vitesse angulaire moyenne de l'arbre de transmission naturel (11) au moins une fois par tour.

7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** sont coordonnées aux lois de déplacement des lances, de façon unilatérale ou bilatérale, des courbes de tolérance pour les processus de surveillance, courbes dont le dépassement déclenche, par des signaux de position du servomoteur respectif, des processus de correction ou d'arrêt.

8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les écarts des courbes de tolérance aux trajectoires de déplacement des pinces ou lances sont plus petits dans les phases de tournant des têtes de lances (2) que dans les autres zones.

9. Procédé selon la revendication 1 ou 3, **caractérisé en ce que** l'inertie propre du servomoteur (3) est inférieure à 0,003 kgm^2, et
en ce que l'inertie étrangère correspond à 0,8 à 1,5 fois le moment d'inertie du servomoteur.

10. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** sont consignés dans la mémoire plusieurs fonctions de transfert normalisées et paramètres de trajet pouvant être extraits facultativement, et
en ce qu'à chaque passage et/ou lors de l'arrêt de la machine à tisser à pinces, des fonctions de transfert et paramètres de trajet différents sont activés par des programmes de commande, ou aucune des fonctions de transfert et paramètres de trajet.

11. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**en cas de panne de courant, les supports de lances (21) sont déplacés hors du pas de chaîne au moyen d'une énergie provenant d'un circuit intermédiaire, et
en ce que le circuit intermédiaire est alimenté par l'énergie de freinage de plusieurs moteurs d'une fonction différente et/ou par des accumulateurs.

12. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les lois de déplacement des lances d'avance et des lances réceptrices sont élaborées différemment,
en ce que le déplacement de renversement de la lance réceptrice se produit plus précocement que pour la lance d'avance, et
en ce que, pendant le transfert de fil, les lances d'avance et réceptrices exécutent un déplacement dans le même sens.

13. Dispositif d'entraînement pour les têtes de lances d'une machine à tisser à pinces,
comportant des servomoteurs (3) logés en-dehors des pas de chaîne, sur les arbres desquels sont montées des roues d'entraînement (34),
comportant des supports de lances (21),
qui guident les têtes de lances (2) vers et dans la foule et
qui sont en prise, par des éléments dentés, avec les roues d'entraînement (34) des servomoteurs (3),
comportant une unité de commande et une mémoire pour la spécification de données de commande pour le déroulement du mouvement des servomoteurs (3), auxquelles sont coordonnés des capteurs angulaires (121) sur l'arbre de transmission (11) de la machine à tisser et des capteurs angulaires (32) au niveau de l'axe des servomoteurs,
caractérisé
en ce que les servomoteurs (3) sont des moteurs à courant alternatif ou à courant continu ayant une vitesse nominale comprise entre 3 000 et 7 000 tours/mn et un couple maximum compris entre 140 et 200 Nm,
en ce que les capteurs angulaires (132 ; 32) sur l'arbre de transmission (11 ; 12) de la machine à tisser et/ou sur l'axe du/des servomoteur(s) (3) possèdent par rotation plus de 50 points d'appui pour les spécifications de position,
en ce que le moment d'inertie des éléments déplacés de chaque servomoteur (3) - par rapport à son axe - est inférieur à 0,006 kgm^2, et
en ce que la mémoire, pour la spécification des signaux de commande aux servomoteurs (3), contient des fonctions de transfert normalisées, qui définissent le ou les trajets en fonction de l'angle de rotation (α) de l'arbre de transmission (11) de la machine à tisser à pinces, des paramètres de couple et de trajet, qui peuvent être extraits en fonction de signaux d'angle de rotation de l'arbre de transmission (11 ; 12) de la machine à tisser à pinces (1).

14. Dispositif d'entraînement selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation maximum des servomoteurs (3) pour l'entraînement des tiges de lances est sélectionnée entre 5 500 et 6 500 tours/mn et le couple maximum entre 140 et 200 Nm, et
en ce que le diamètre (Dr) des roues d'entraînement (34) fixées sur l'arbre des servomoteurs (3) est compris entre 80 et 140 mm.

15. Dispositif d'entraînement selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les dimensions de l'élément magnétisable du rotor (31) des servomoteurs (3) possèdent un rapport entre longueur et diamètre qui est supérieur à 3:1.

16. Dispositif d'entraînement selon la revendication 13, **caractérisé**
en ce que le support de lance (21) est exécuté en tant que tige de lance (211),
en ce que la tige de lance (211) est munie, dans la zone médiane de sa section, d'une denture à développante coordonnée à la denture de la roue d'entraînement (34), et
en ce que la zone médiane de la section de la tige de lance (211) repose au moins par segments, via des tiges orientées radialement, au niveau du peigne et au niveau des nappes de fils de chaîne des différents plans de foule.

17. Dispositif d'entraînement selon la revendication 13, **caractérisé**

en ce que les servomoteurs (3) et les guides des tiges de lances (211) ou des lances flexibles (212) sont disposés au niveau de l'unité de battant.

18. Dispositif d'entraînement selon la revendication 13, **caractérisé**
en ce qu'au niveau des machines à tisser à pinces (1) comportant deux plans de tissage de trame ou plus, un servomoteur (3) est coordonné à chaque tige de lance (211) et
en ce que les servomoteurs (3) du ou des plans de tissage de trame supérieurs sont disposés debout et en ce que ceux des plans de tissage de trame inférieurs sont disposés suspendus.

19. Dispositif d'entraînement selon la revendication 13, **caractérisé**
en ce qu'au niveau des machines à tisser à pinces (1) comportant trois plans de tissage de trame, un servomoteur (3) est coordonné à chaque tige de lance (211) du plan de tissage de trame supérieur et à chaque tige de lance (211) du plan de tissage de trame inférieur, et
en ce que les tiges de lance (211) du plan de tissage de trame médian sont en prise avec des roues d'entraînement qui sont reliées par entraînement aux servomoteurs (3) des plans de tissage de trame supérieur et inférieur.

20. Dispositif d'entraînement selon la revendication 13, **caractérisé**
en ce qu'au niveau des machines à tisser à pinces (1) comportant quatre plans de tissage de trame, un servomoteur (3) est coordonné à chaque tige de lance (211) et
en ce que les axes des servomoteurs (3) pour les plans de tissage de trame extérieurs sont plus éloignés de la lisière de trame sur le tissu que les axes des plans de tissage de trame médians.

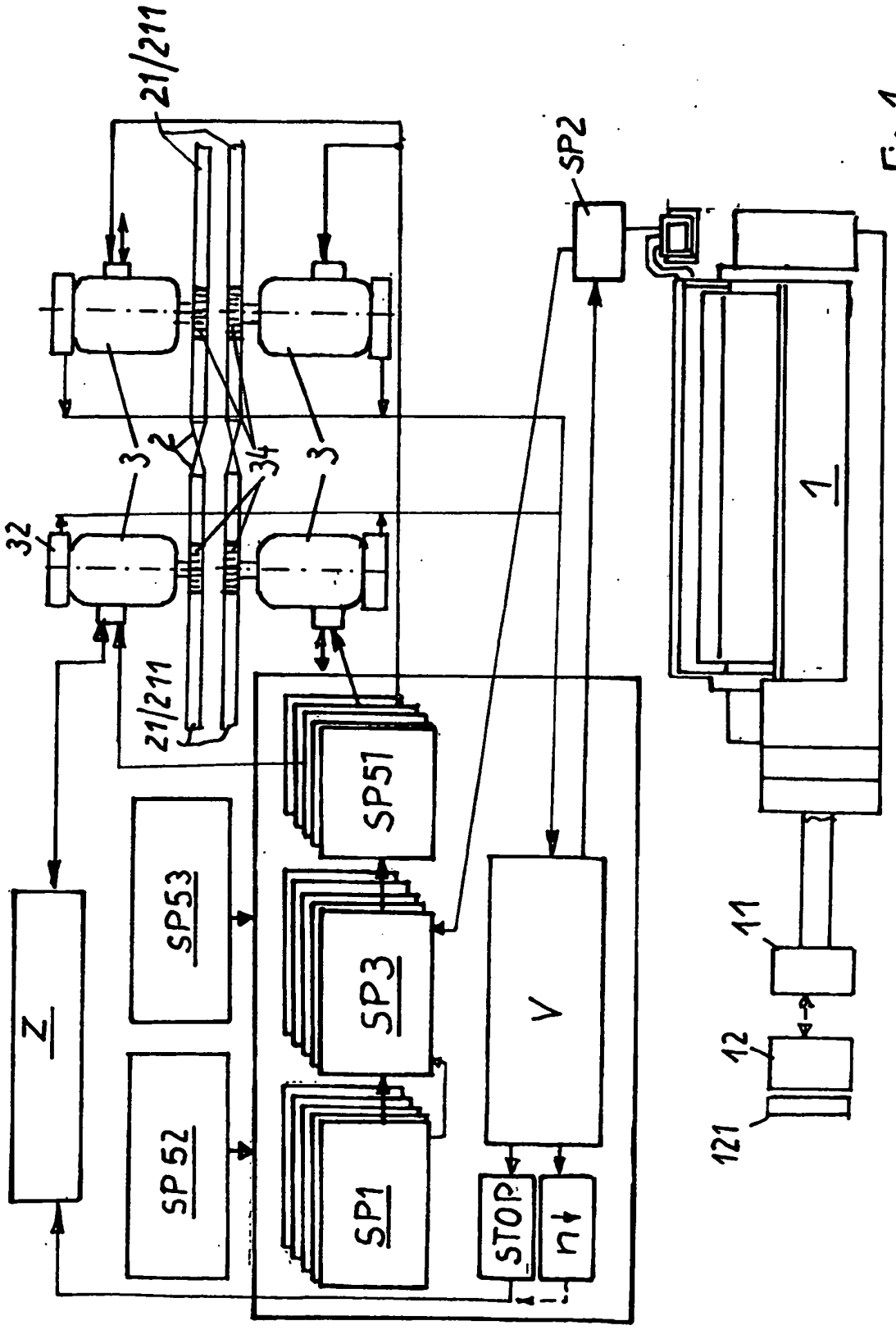

21/211
SP2
3
2
34
3
32
21/211
1
SP51
SP53
SP3
V
Z
SP52
SP1
STOP
n↓
11
12
121

Fig. 1

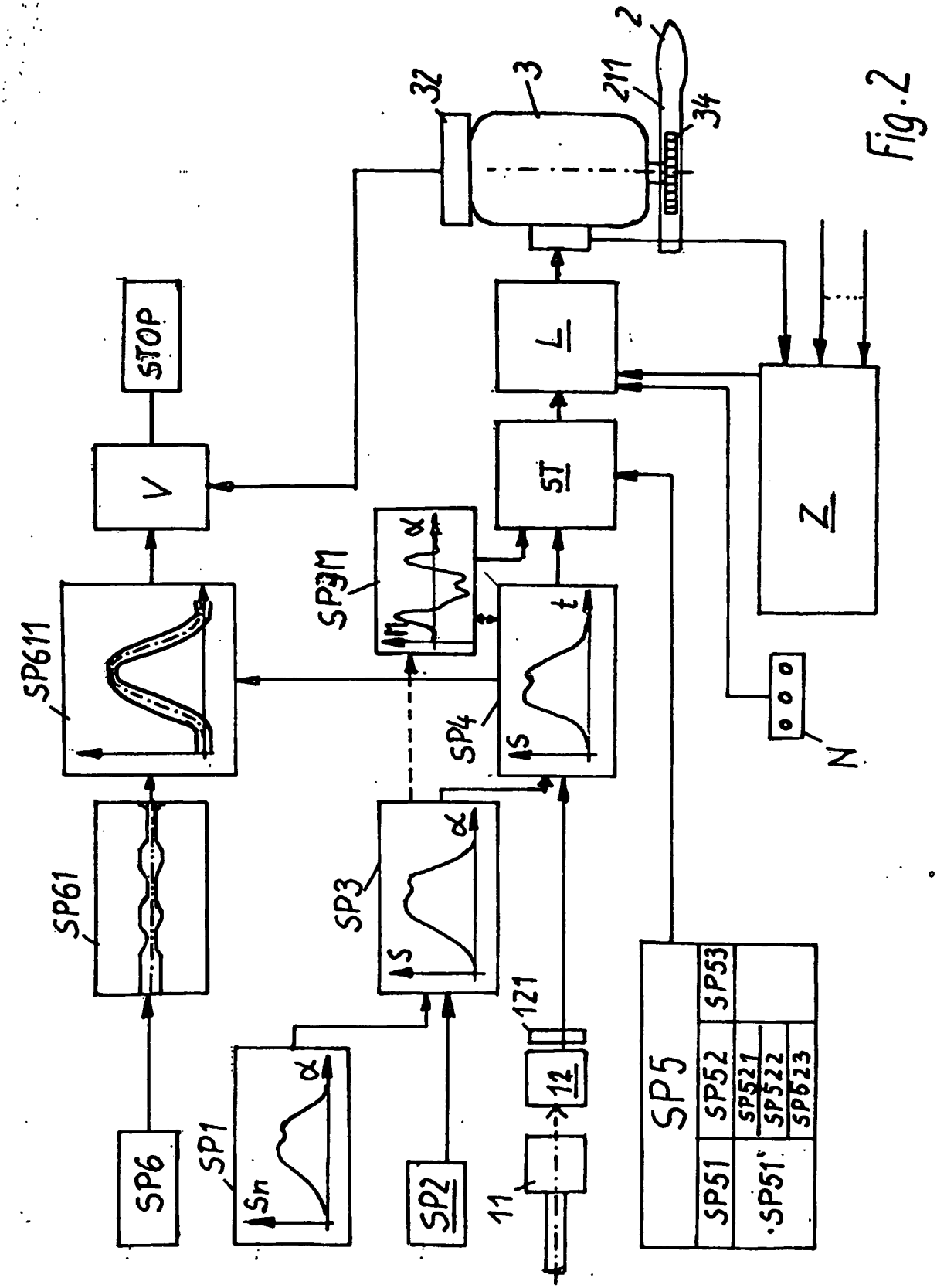

32
3
211
2
34
STOP
V
L
ST
Z
SP611
SP3M
SP4
SP61
SP3
SP1
SP6
SP2
11
121
12
SP5
SP53
SP52
SP521
SP522
SP523
SP51
SP51'
N

Fig.2

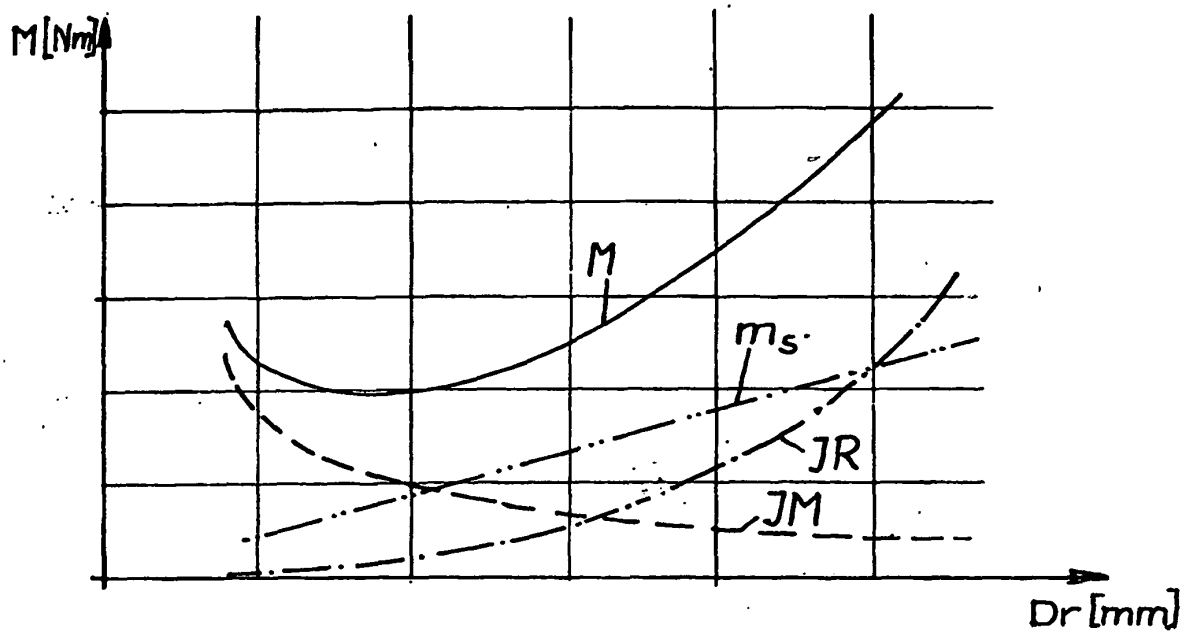


Fig.3

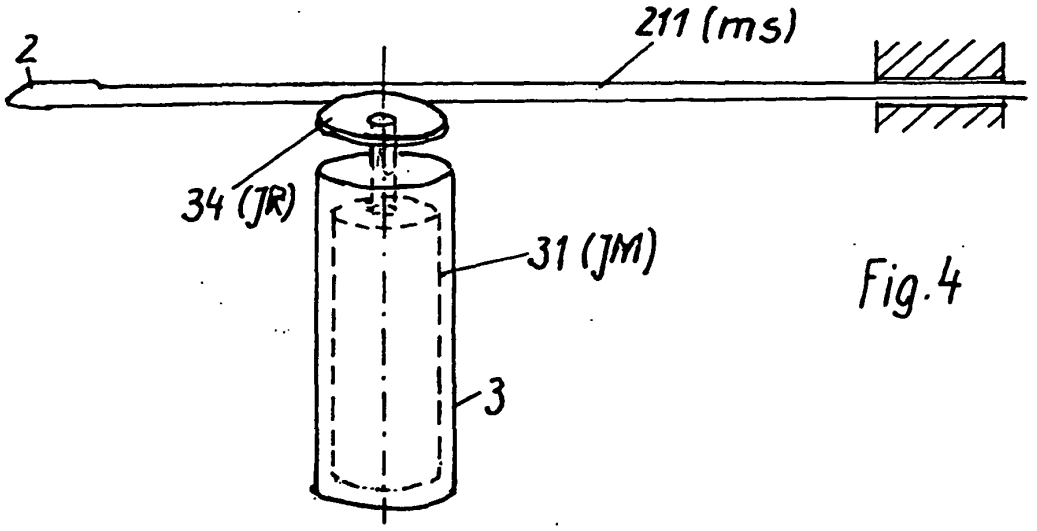


Fig.4

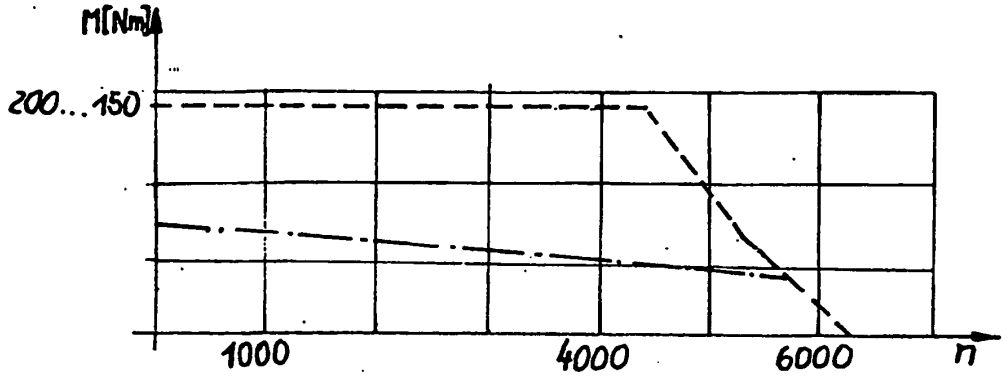


Fig.5

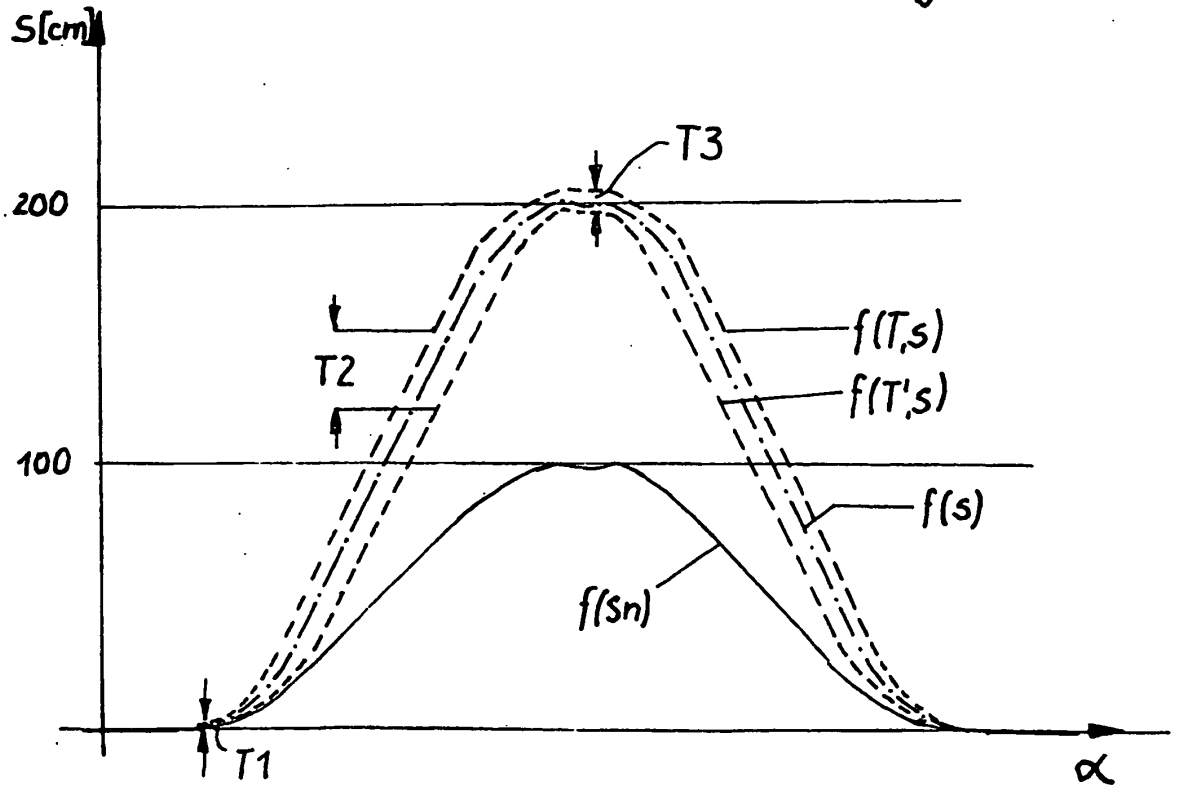


Fig.6

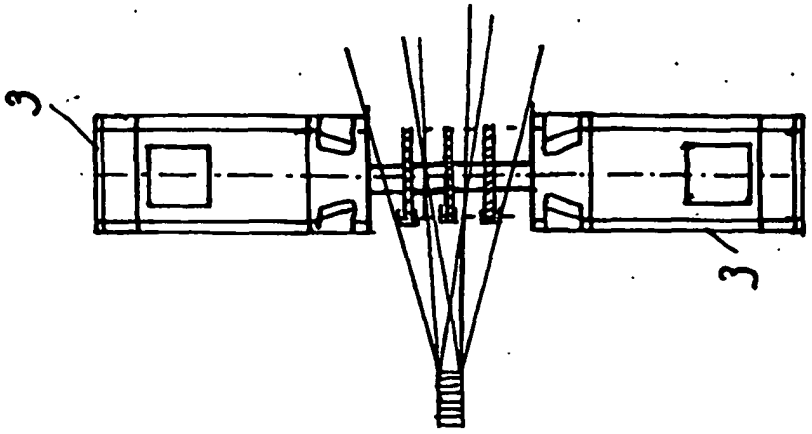


Fig.9

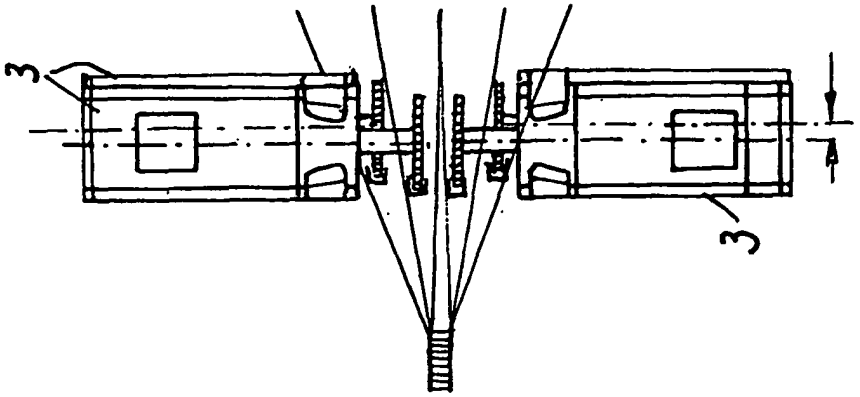


Fig.8

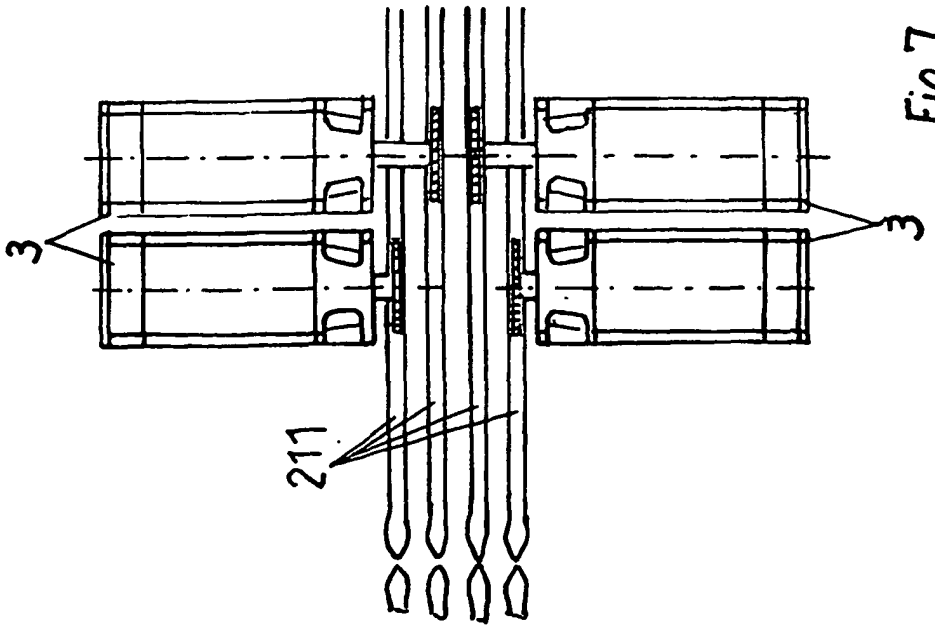


Fig.7

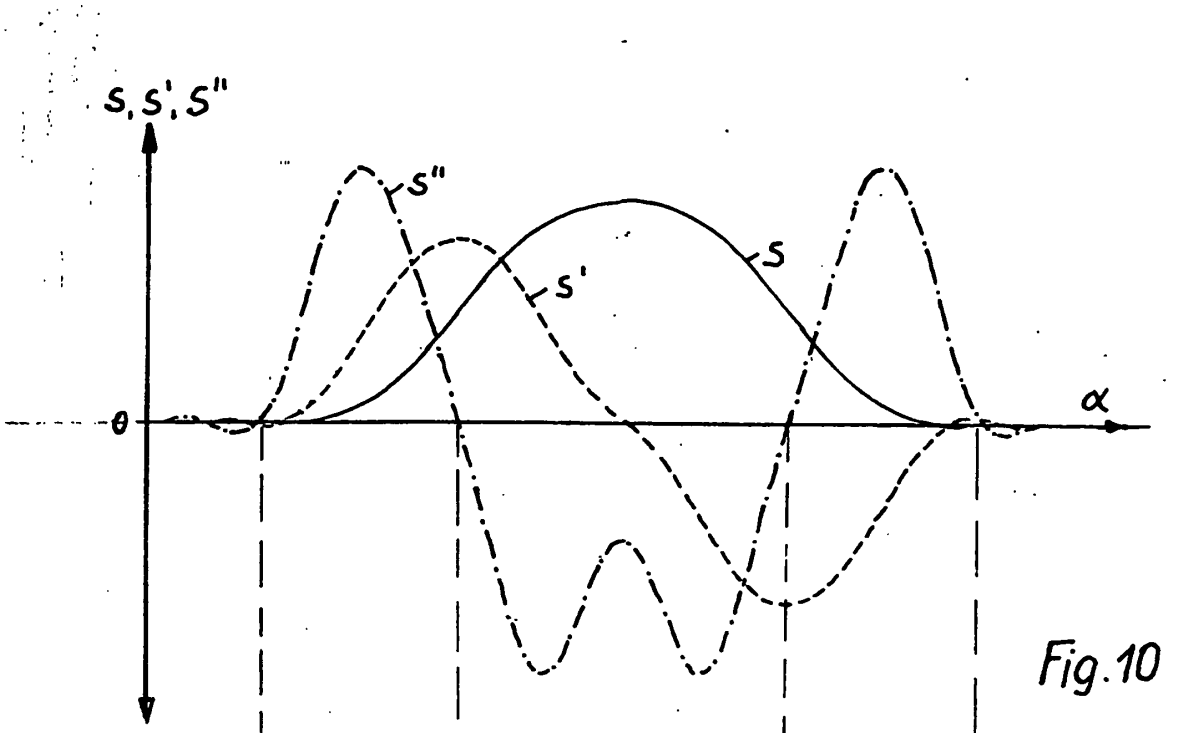


Fig.10

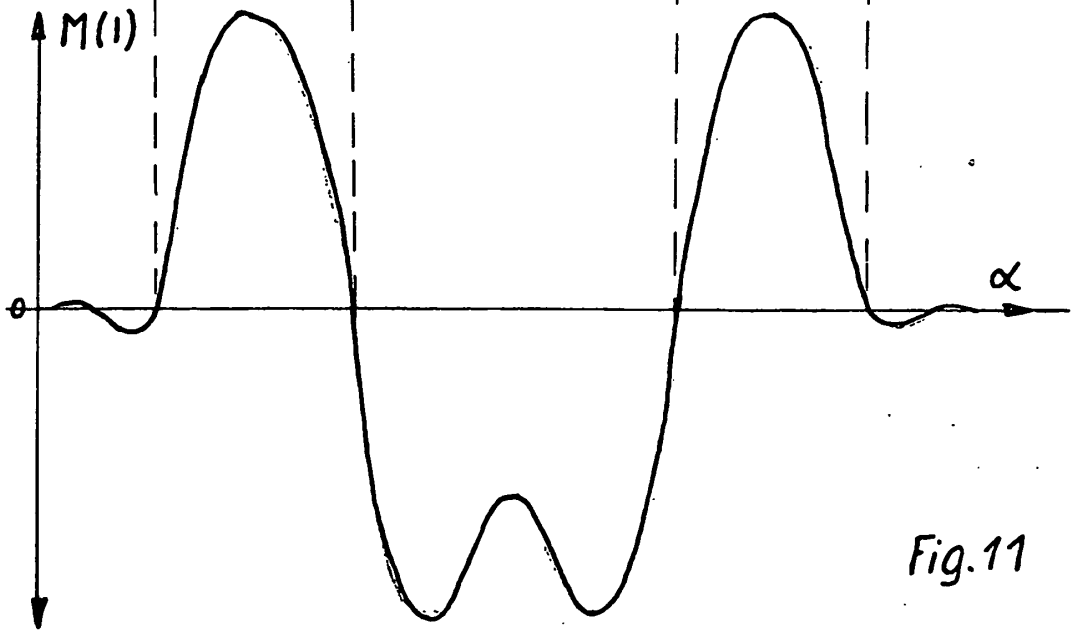


Fig.11

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 2707687 A1 **[0002]**
- DE 4131745 A1 **[0005]**
- DE 10154817 C1 **[0007]**