

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 335 080
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89101884.8

(51) Int. Cl. 4: **B65H 63/08**

(22) Anmeldetag: 03.02.89

(30) Priorität: 26.03.88 DE 3810365

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.10.89 Patentblatt 89/40(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR IT LI(71) Anmelder: W. Schlafhorst & Co.
Blumenberger Strasse 143/145
D-4050 Mönchengladbach 1(DE)(72) Erfinder: Hermanns, Ferdinand-Josef
Im Gerdeshahn 15
D-5140 Erkelenz(DE)
Erfinder: Haasen, Rolf
Engelsholt 143
D-4050 Mönchengladbach 1(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen und zum Verwerten des Ergebnisses.

(57) Sensoren erfassen das Anwachsen der Kreuzspule. Aus den Meßwerten wird zunächst in einem Spulstellenrechner zu den Zeitpunkten x_1 bis x_6 durch Umrechnung auf den Spulenumfang beziehungsweise Spulenradius y_1 bis y_6 geschlossen. Aus diesen stark streuenden Zwischenwerten errechnet der Spulstellenrechner oder ein Zentralrechner, an den der oder die Spulstellenrechner angeschlossen sind, eine Ausgleichsfunktion $y = f(x)$, die den von Zufälligkeiten des Spulbetriebs bereinigten aktuellen Spulenumfang beziehungsweise Spulenradius widerspiegelt. Der so ermittelte aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenradius wird gegebenenfalls an den Spulstellenrechner rückgemeldet und löst dort Tätigkeiten aus, wie zum Beispiel Einflußnahme auf den Spulvorgang, Ermittlung der Fadenlänge und/oder Beenden des Spulvorgangs. Das Ergebnis ist eine qualitativ bessere Überwachung des Spulvorgangs und/oder eine verbesserte Spulenqualität durch regelnde Einflußnahme auf den Spulvorgang selbst und durch reproduzierbare, genaue Bestimmung der Garmlänge oder des Spulendurchmessers.

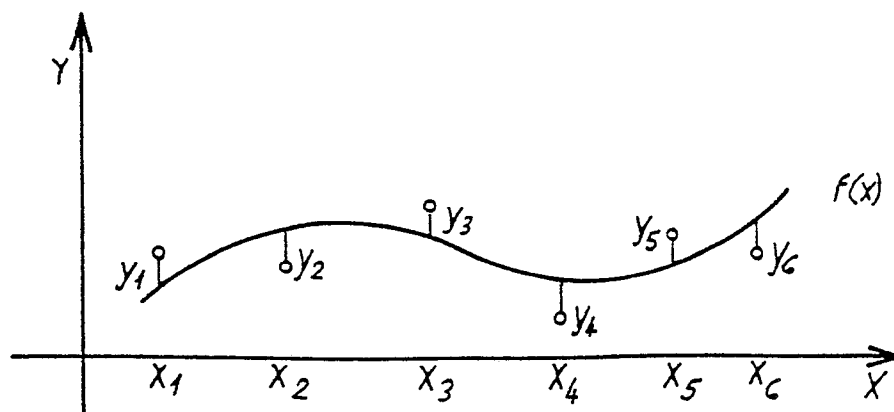


FIG. 3

Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen und zum Verwerten des Ergebnisses

Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen an einer Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine und zum Verwerten des Ergebnisses, bei dem aus Meßwerten, die von das Anwachsen der Kreuzspule erfassenden Sensoren produziert werden und die zweckentsprechend ausgewertet werden, auf den erreichten Umfang der Kreuzspule beziehungsweise der auf der Kreuzspule aufgewickelten Fadenlänge geschlossen wird.

An Spulautomaten ist eine "Durchmesserabstellung" bekannt, die den Benutzer in die Lage versetzt, Spulen mit bestimmten Enddurchmessern zu produzieren. Die Forderungen an diese Einrichtung lauten:

- Genaue Meßmethode des Spulendurchmessers an der jeweiligen Spulstelle,
- von Spulparametern unabhängige Meßmethode,
- gute Reproduzierbarkeit der Durchmesserfassung.

Eine einfache Methode, den Durchmesser einer Kreuzspule zu erfassen, ist die Messung des Rahmenwinkels. Über den Kosinussatz läßt sich dann der Spulendurchmesser berechnen, da die Rahmengeometrie gleichbleibt. Diese Meßmethode besitzt darüber hinaus den Vorteil, von Spulparametern unabhängig zu sein.

Die Nachteile der Methode sind jedoch gravierend. Da die Winkeländerung während einer Spulreise nur wenige Grad beträgt, erreichen nur technisch aufwendige Winkelgeber über den geringen Arbeitswinkel die geforderte Durchmessergenauigkeit.

Darüber hinaus muß, bedingt durch die ständige Vibration des Spulenrahmens und damit durch die ständige Veränderung des Spulenrahmenwinkels, ein Winkelgeber eingesetzt werden, der verschleißfrei arbeitet. Winkelgeber, die diese Eigenschaften aufweisen, sind teuer. Zu diesen Kosten muß noch der Aufwand an Spulstellen-Hardware gerechnet werden, der für die Übermittlung des Drehwinkelmeßwertes zum Spulstellenrechner benötigt wird.

Eine andere Möglichkeit zur Bestimmung des Spulendurchmessers ist die Messung des Periodendauerverhältnisses einer Spulenumdrehung zu einer Antriebstrommelumdrehung. Mit der Nebenbedingung, daß die Umfangsgeschwindigkeiten von Trommel und Spule gleich sind, ergibt dieses Verhältnis, multipliziert mit dem Trommeldurchmesser, den aktuellen Spulendurchmesser.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind die einfache Realisierungsmöglichkeit und die geringen Kosten. Bei konischen Kreuzspulen wird nicht der Außendurchmesser bestimmt, sondern der angetriebene Durchmesser.

Das Verfahren ist ungenau und es ist von den eingestellten Spulparametern, wie z. B. Fadenspannung, Auflagegewicht, Trommeltype usw., abhängig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Qualität der Kreuzspulenherstellung zu verbessern.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die das Anwachsen der Kreuzspule repräsentierenden Meßwerte fortlaufend erfaßt und in mindestens einem Rechner zur weiteren Auswertung aufbereitet und gegebenenfalls gespeichert werden, daß beim weiteren Auswerten für jede Spulstelle aufgrund ihrer Meßdaten fortlaufend in sehr kleinen Zeitabständen immer wieder neu eine den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung vorgenommen wird, daß aus dieser Verknüpfung der aktuelle Spulumfang beziehungsweise Spulenradius beziehungsweise Spulendurchmesser errechnet wird und daß das Verknüpfungsergebnis zum Zweck des Anzeigens, der Einflußnahme auf den Spulvorgang, der Ermittlung der Fadenlänge und/oder zum Zweck des Beendens des Spulvorgangs möglichst verzögerungsarm verwendet wird.

Die Erfindung basiert auf folgenden Erkenntnissen:

Treibt eine zylindrische Antriebstrommel durch Friktion eine konische Spule an, stellt sich aufgrund der Reibungsverhältnisse zwischen Trommel und Spule ein Drehzahlverhältnis ein, welches sich auf den angetriebenen Durchmesser der konischen Spule bezieht. Zum kleinen Durchmesser hin ist die Umfangsgeschwindigkeit der Spule kleiner, zum größeren Spulendurchmesser hin größer als die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel.

Mit der Bedingung

$$V_{Tr} = \gamma_{Tr} \cdot \omega_{Tr}$$

und

$$V_{Sp} = \gamma_{Sp} \cdot \omega_{Sp}$$

und der Nebenbedingung:

$$V_{Tr} = V_{Sp}$$

gilt

Formel 1

$$r_{Sp} = \frac{\omega_{Tr}}{\omega_{Sp}} \cdot r_{Tr} = \frac{T_{Sp}}{T_{Tr}} \cdot r_{Tr}$$

mit

v_{Tr}	=	Umfangsgeschwindigkeit Trommel
v_{Sp}	=	Umfangsgeschwindigkeit Spule
r_{Sp}	=	Spulenradius (neutrale Zone)
r_{Tr}	=	Trommelradius
ω_{Sp}	=	Spulenwinkelgeschwindigkeit
ω_{Tr}	=	Trommelwinkelgeschwindigkeit
T_{Sp}	=	Spulenperiodendauer
T_{Tr}	=	Trommelperiodendauer

Nach Formel 1 kann der angetriebene Durchmesser der Kreuzspule bestimmt werden.

Um anhand dieser Formel bei konischen Spulen eine Aussage über den Außendurchmesser, also Abstelldurchmesser, zu erhalten, wurde untersucht, nach welchen Gesetzmäßigkeiten sich der angetriebene Durchmesser während des Spulbetriebes verhält.

Dabei ergab sich folgendes:

Der angetriebene Durchmesser ist von der Fadenspannung, also von der Kopslaufzeit (Saisonschwankungen), von der Spulenkonizität und vom Auflagegewicht der Spule abhängig.

Die Lage des angetriebenen Durchmessers auf der Spule ist während der gesamten Spulenlaufzeit relativ konstant.

Zu unterscheiden sind zwei Phänomene:

1. die absolute Lage des angetriebenen Durchmessers beziehungsweise die Veränderung dieser Lage während der Spulenlaufzeit,

2. die relative Lage des angetriebenen Durchmessers (Saisonschwankungen) beziehungsweise die Veränderung dieser Lage durch Fadenspannungsschwankungen.

Das erste Phänomen ist abhängig von der Spulenkonizität. Es ist damit für die Wiederholgenauigkeit der Meßmethode weniger von Bedeutung.

Das zweite Phänomen ist verantwortlich für die Wiederholgenauigkeit der Meßmethode. Auffallend ist die große Bandbreite bei geringer Spulenauflegekraft. Fadenspannungsschwankungen während einer Kopslaufzeit wirken sich stark aus. Diese Bandbreite reduziert die Wiederholgenauigkeit des Verfahrens.

Für die Ermittlung des angetriebenen Durchmessers nach Formel 1 stehen zwei meßbare Größen zur Verfügung, die Zeit der Spulenreise sowie die Anzahl der Umdrehungen der Spule während dieser Zeit. In Abhängigkeit von diesen beiden Parametern läßt sich jeweils eine Ausgangsformel aufstellen. Für den Spulendurchmesser in Abhängigkeit von der Spulenreisezeit gilt:

$$d(t) = d_0 + \delta \cdot \frac{\varphi(t)}{\pi}$$

mit

d_0 = Ausgangsdurchmesser

δ = Durchmesserzunahme pro Spulenumdrehung

v = Geschwindigkeit des Fadens

t = Zeit

Mit $\delta \ll d_0$ gilt:

$$d_{sp}(t) = d_0 + \delta \cdot \frac{\varphi_{sp}(t)}{\pi}$$

Mit $\dot{\phi}(t) = \omega(t)$ und mit

$$d(t) = \frac{2 \cdot v}{\omega(t)}$$

15

Nach Umformen, Integration und Einsetzen der Formel 1 ergibt sich für die Durchmessererfassung aufgrund der Spulenreisezeitmessung:

20 Formel 2:

$$d_{sp} = \sqrt{d_0^2 + 6 \cdot \frac{\delta}{\pi} \cdot v \cdot t}$$

25

Für den Spulendurchmesser in Abhängigkeit von den Spulenumdrehungen gilt:

30

$$d(t) = d_0 + \delta \cdot \frac{\varphi(t)}{\pi} \quad \text{mit} \quad \frac{\varphi(t)}{\pi} = 2 \cdot n_{sp}$$

35

Für die Durchmessererfassung aufgrund der Spulenumdrehungsmessung ergibt sich

40 Formel 3:

$$d_{sp} = d_0 + 2 \cdot \delta \cdot \omega_{sp}$$

Nach beiden mathematischen Gleichungen läßt sich der Spulendurchmesser berechnen. Die für die jeweilige Spule zu bestimmenden Parameter sind in beiden Formeln identisch, nämlich d_0 und δ . Bei der Bestimmung der beiden Parameter ist ein mathematisches Ausgleichsverfahren erforderlich, welches d_0 und δ so einstellt, daß die Summe über die Fehlerquadrate des gemessenen Durchmesserwertes zum vorausberechneten Durchmesserwert minimal wird. Das kann jeweils mit Hilfe eines mathematischen Filters, beispielsweise eines Kalman-Filters, erfolgen.

45

Mit Hilfe der Filter werden die Werte der zwei Parameter d_{0K} und δ_K bestimmt, die den theoretischen Spulendurchmesserungsverlauf parameterisieren. Mit den Werten dieser Parameter ist jedoch noch keine Spulprozeßsteuerung, beispielsweise eine Durchmesserabstellung, möglich.

50

Werden die Werte dieser Parameter und die aktuelle gemessene Spulenreisezeit beziehungsweise aktuelle Anzahl der Spulenumdrehungen in die Ausgangsformeln 2 und 3 eingesetzt, so erhält man einen Durchmesser d_m , der von statistisch verteilten Fehlern bereinigt ist (Eigenschaft der Filter).

55

Diese Vorgehensweise ist in dem Ablaufbild der Fig. 7 dargestellt. Ständig werden die Spulenperiodendauer T_{sp} der Kreuzspule und die Trommelperiodendauer T_{tr} der Antriebstrommel gemessen. In genau festgelegten Zeitabständen wird gemäß Formel 1, A, der Durchmesser d_{sp} der Kreuzspule ermittelt. Da aus der Messung der Spulenperiodendauer die Anzahl der Umdrehungen der Spule, B, beziehungsweise die

Spulenlaufzeit, C, bekannt sind, lassen sich jeweils mit Hilfe der mathematischen Ausgleichsverfahren die Werte der Parameter d_{OK} und δ_K bestimmen. Bei den mathematischen Ausgleichsverfahren sind die mathematischen Filter erforderlich, die aus der Formel 2, D, und der Formel 3, E, entwickelt werden können. Die Durchmesserberechnung kann mit Hilfe der Formeln 2 und 3 erfolgen, so daß jeweils nach
 5 jeder Messung ein neuer Durchmesserwert d_m vorliegt. Das Anwachsen des Spulendurchmessers während der Spulenreise ist dadurch meßbar.

Vom Durchmesser d_m kann auf die Länge l_m des gespulten Garns geschlossen werden. Aus der allgemeingültigen Beziehung $v \cdot t = l$ und der Umformung der Formel 2 ergibt sich eine Formel zur Berechnung der Garnlänge:

10

Formel 4:

15

$$l_m = \frac{d_{sp}^2 - d_{OK}^2}{6 \cdot \delta_K} \cdot \pi$$

20

Wird gleichzeitig mit Hilfe des mathematischen Filters, entwickelt aus der Formel 3, d_{OK} und δ_K ermittelt, kann die Längenzunahme bis zu diesem Zeitpunkt berechnet werden.

25

Die Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme wurden weiter oben erwähnt. Ohne erfindungsgemäße Maßnahmen kann der Spulenumfang nur unscharf innerhalb einer mehr oder weniger großen Bandbreite ermittelt werden. Entsprechend ungenau ist die Einflußnahme auf den Spulvorgang, die Anzeige, die Ermittlung der Fadenlänge oder das Erfassen des für das Beenden des Spulvorgangs maßgebenden Spulendurchmessers oder der für das Beenden des Spulvorgangs maßgebenden Fadenlänge.

30

Die Erfindung sorgt nun dafür, daß ein von den Zufälligkeiten des Spulvorgangs bereinigter Spulenumfang mit einer wesentlich geringeren Ungenauigkeits-Bandbreite ermittelt werden kann, so daß auch die Einflußnahme auf den Spulvorgang mit viel größerer Genauigkeit und mit exakterer Reproduzierbarkeit vorgenommen werden kann, so daß insgesamt eine Qualitätssteigerung der Kreuzspulenherstellung zu erreichen ist.

35

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die das Anwachsen der Kreuzspule repräsentierenden Meßwerte fortlaufend erfaßt und in mindestens einem den einzelnen Spulstellen der Textilmaschine zugeordneten Spulstellenrechner zur weiteren Auswertung aufbereitet werden, daß das weitere Auswerten gegebenenfalls in einem an den oder die Spulstellenrechner angeschlossenen übergeordneten Rechner vorgenommen wird, daß gegebenenfalls im übergeordneten Rechner für jede Spulstelle aufgrund ihrer Meßdaten fortlaufend in sehr kleinen Zeitabständen immer wieder neu eine den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulenumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung vorgenommen wird, daß aus dieser Verknüpfung der aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenumfang beziehungsweise Spulendurchmesser errechnet wird und daß das Verknüpfungsergebnis gegebenenfalls dem Spulstellenrechner wieder zum Zweck des Anzeigens, der Einflußnahme auf den Spulvorgang, der Ermittlung der Fadenlänge und/oder zum Zweck des Beendens des Spulvorgangs möglichst verzögerungsarm übermittelt wird.

45

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß im Rechner oder im übergeordneten Rechner im Rahmen der mathematischen Verknüpfung für jede Spulstelle aufgrund ihrer Meßdaten fortlaufend in sehr kleinen Zeitabständen immer wieder neu eine den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulenumfang über die Wickelzeit oder die Spulenumdrehungen symbolisierende mathematische Ausgleichsfunktion errechnet wird und daß aus dieser Ausgleichsfunktion der aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenumfang beziehungsweise Spulendurchmesser errechnet wird.

50

Zur Umfangserfassung von durch Antriebsstrommeln am Umfang angetriebenen Kreuzspulen werden vorteilhaft die Meßwerte eines den Drehwinkel der Antriebsstrommel erfassenden Sensors mit den Meßwerten eines den Drehwinkel der Kreuzspule erfassenden Sensors verknüpft, um aus dem Verknüpfungsergebnis auf den erreichten Umfang der Kreuzspule zu schließen, wobei im Rechner oder im übergeordneten Rechner aus diesen fortlaufend immer wieder neu gewonnenen Verknüpfungsergebnissen immer wieder neu die das Eliminieren der Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bewirkende mathematische Verknüpfung gebildet beziehungsweise die Ausgleichsfunktion errechnet wird.

55

Es findet also eine ständige Korrektur des kurz zuvor errechneten Wertes beziehungsweise Verknüpfung

fungsergebnisses statt, wobei die Genauigkeit der Ermittlung des Spulenumfangs zumindest bis zu einem Grenzwert ansteigt.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß zum Errechnen der Ausgleichsfunktion ausgewählte Meßwerte der Spulreise beziehungsweise deren Verknüpfungsergebnisse herangezogen werden. Vorteilhaft werden diejenigen Meßwerte oder deren Verknüpfungsergebnisse zum Errechnen der Ausgleichsfunktion herangezogen, die von einem wählbaren Zeitpunkt der Spulreise an gewonnen werden. Es kann auch eine bestimmte Zeitspanne ausgewählt werden und diese Zeitspanne kann sich beispielsweise auf eine Zeitspanne erstrecken, die vom jeweiligen Meßzeitpunkt aus gerechnet mit immer dem gleichen Zeitabstand in die Vergangenheit gerichtet ist.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Ausgleichsfunktion mittels mathematischer Filter errechnet wird. Als mathematisches Filter wird vorteilhaft ein Filter der Art eines Kalman-Filters eingesetzt.

In Weiterbildung der Erfindung wird die Ausgleichsfunktion als ein Polynom dargestellt.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Winkelgeschwindigkeiten der Antriebstrommel und der Kreuzspule gemessen und in einem der Rechner miteinander verknüpft und gespeichert werden, bevor aus den Verknüpfungsergebnissen die Ausgleichsfunktion errechnet wird. Bevorzugt übernimmt der ein übergeordneter Rechner die Berechnung der Ausgleichsfunktion und die Ausgleichsfunktion wiederum symbolisiert das von Zufälligkeiten bereinigte Meßergebnis.

Alternativ hierzu ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß das Periodendauerverhältnis der Spulenumdrehung zur Antriebstrommelumdrehung in einem der Rechner ermittelt und gespeichert wird, bevor aus diesen Verknüpfungsergebnissen die Ausgleichsfunktion errechnet wird (s. weiter oben Formel 1).

In Weiterbildung der Erfindung werden im Rechner oder im Spulstellenrechner die gegebenenfalls vom übergeordneten Rechner rückübermittelten, den aktuellen Spulenumfang beziehungsweise Spulenradius beziehungsweise Spulendurchmesser repräsentierenden Signale wiederum mit den Drehwinkel der Kreuzspule und den Drehwinkel der Antriebstrommel repräsentierenden Signalen verknüpft, um daraus die aktuelle aufgewickelte Fadenlänge und/oder die aktuelle Wickeldichte zu errechnen, gegebenenfalls anzuzeigen und mit Sollwerten zu vergleichen, wobei aufgrund des Vergleichsergebnisses gegebenenfalls in den Wickelvorgang eingegriffen wird.

Als Sollwert kann beispielsweise ausschnittsweise der Verlauf einer Spulreise gespeichert sein. Wenn nun die aktuelle Spulreise mit der vorgegebenen Sollspulreise nicht übereinstimmt, kann beispielsweise durch Variieren der Fadenspannung auf die Wickeldichte der Kreuzspule Einfluß genommen werden und die Kreuzspule beispielsweise entweder auf konstante Wickeldichte oder auf eine sich im Verlauf der Spulreise kontinuierlich ändernde Wickeldichte eingeregelt werden. Sollten hierbei Toleranzen überschritten werden, so kann der Spulvorgang unterbrochen werden, weil die Kreuzspule ohnehin nicht mehr die gestellten Qualitätsanforderungen erfüllt.

Bei einer Einrichtung zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen an einer Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine und zum Verwerten des Ergebnisses, resultierend aus Meßwerten, die von das Anwachsen der Kreuzspule erfassenden Sensoren produziert werden und die zweckentsprechend ausgewertet werden, ist zum Ausführen des Verfahrens in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß die Sensoren an mindestens einen die Meßwerte zur weiteren Auswertung aufbereitenden Rechner angeschlossen sind, daß dem Rechner ein Verknüpfungsprogramm für eine von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigte, den aktuellen Spulenumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung der aufbereiteten Meßwerte eingegeben ist, und daß der Rechner Einrichtungen zum Anzeigen des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen zur Einflußnahme auf den Spulvorgang nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen zur Ermittlung der Fadenlänge nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen zum Beenden des Wickelvorgangs nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses besitzt.

Das Verknüpfungsergebnis kann beispielsweise an einem Display angezeigt werden. Der Wickelvorgang kann beispielsweise bei Erreichen der gewünschten Fadenlänge oder bei Erreichen des gewünschten aktuellen Spulenumfangs beendet werden. Bei konischen Spulen liegt der aktuelle Spulenumfang in der sogenannten neutralen Zone.

In Weiterbildung der Erfindung ist bei einer Einrichtung zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine und zum Verwerten des Ergebnisses, resultierend aus Meßwerten, die von das Anwachsen der Kreuzspule erfassenden Sensoren produziert werden und die zweckentsprechend ausgewertet werden, zum Ausführen des Verfahrens in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß die Sensoren an mindestens einen die Meßwerte zur weiteren Auswertung aufbereitenden Spulstellenrechner angeschlossen sind, daß der Spulstellenrechner über eine erste Wirkverbindung an einen übergeordneten Rechner angeschlossen ist, dem ein Verknüpfungsprogramm für eine von Zufälligkeiten der

aktuellen Meßwertaufnahme bereinigte, den aktuellen Spulenumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung der vom Spulstellenrechner aufbereiteten Meßwerte eingegeben ist, daß der übergeordnete Rechner eine zweite Wirkverbindung zur Übermittlung des Verknüpfungsergebnisses an den Spulstellenrechner besitzt und daß der Spulstellenrechner Einrichtungen zum Anzeigen des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen zur Einflußnahme auf den Spulvorgang nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen zur Ermittlung der Fadenlänge nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen zum Beenden des Wickelvorgangs nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses besitzt.

In Weiterbildung der Erfindung ist das Verknüpfungsprogramm für das Errechnen einer den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulenumfang über die Wickelzeit symbolisierenden mathematischen Ausgleichsfunktion eingerichtet.

Zum Darstellen der Ausgleichsfunktion weist das Verknüpfungsprogramm vorteilhaft ein mathematisches Filter auf. Als geeignetes Filter hat sich ein Kalman-Filter erwiesen. Die Ausgleichsfunktion ist im Rechner oder übergeordneten Rechner vorteilhaft als Polynom darstellbar. Die Polynomdarstellung einer Funktion ist mit Rücksicht auf den Einsatz eines elektronischen Rechners besonders vorteilhaft und zweckmäßig.

Bei Textilmaschinen, deren Kreuzspulen am Umfang durch Antriebsstrommeln angetrieben werden, ist in Weiterbildung der Erfindung sowohl der Kreuzspule als auch der Antriebsstrommel je ein den Drehwinkel erfassender Sensor zugeordnet. Vorteilhaft besitzt der den Drehwinkel erfassende Sensor, der Rechner oder der Spulstellenrechner eine Einrichtung zum Messen der Dauer des Durchlaufens eines Drehwinkels vorgegebener Größe, wobei der Rechner, der Spulstellenrechner oder der übergeordnete Rechner ein Programm zum Ermitteln des Periodendauerverhältnisses der Spulenumdrehung zur Antriebsstrommelumdrehung aufweist. Die diesbezüglichen mathematischen Zusammenhänge wurden eingangs erwähnt (s. Formel 1).

Anhand der schematischen Zeichnungen sollen Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert werden.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 3 zeigt eine prinzipielle analytische Darstellung einer Ausgleichsfunktion.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm einer ersten Spulreise.

Die Fig. 5 und 6 zeigen ein Diagramm einer zweiten Spulreise.

Fig. 7 wurde bereits abgehandelt.

Nach Fig. 1 wird an der Spulstelle 1 eines hier nicht näher dargestellten Spulautomaten die Hülse 2 einer Kreuzspule 3 durch rotierbar in einem Spulenrahmen 4, 4' gelagerte kegelige Hülsenteller 5, 6 gehalten. Die Kreuzspule 3 liegt auf einer Antriebsstrommel 7 auf. Sie wird durch die Antriebsstrommel 7 infolge Friktion in Umdrehungen versetzt. Der in Richtung des Pfeils 8 laufende Faden 9 durchläuft eine Fadenöse 10, bevor er, geführt durch eine Kehrgewinderrille 11, zur Kreuzspule 3 gelangt. Der Faden 9 entstammt einer hier nicht dargestellten Ablaufspule, beispielsweise einem Spinnkops.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Antriebsstrommel 7 auf der Welle 12 eines Antriebsmotors 13 befestigt.

Der Spulstelle 1 ist ein Rechner R zugeordnet. Über elektrische Wirkverbindungen 14' bis 17' sind an den Rechner R der Antriebsmotor 13, die Sensoren 24 und 25 und ein Display 26 angeschlossen. Bei den Sensoren 24 und 25 handelt es sich um Drehwinkelsensoren. Der Drehwinkelsensor 24 mißt fortlaufend den Drehwinkel des Hülsentellers 6 und damit auch den Drehwinkel der Hülse 2 und der Kreuzspule 3. Der Drehwinkelsensor 25 mißt fortlaufend den Drehwinkel der Welle 12 und damit auch den Drehwinkel der Antriebsstrommel 7. Die Meßwerte gelangen fortlaufend über die Wirkverbindungen 15' und 16' in die Recheneinheit 27' des Rechners R. In Zeitabständen von etwa einer Zehntelsekunde wird aus den dann gerade vorhandenen Meßwerten in der Recheneinheit 27' gemäß Formel 1 der Spulenradius bestimmt, der zugleich als Maßeinheit für den Spulenumfang verwendet werden kann. Statt des Spulenradius kann aber auch der Spulenumfang direkt errechnet werden.

Der Rechner R enthält ein Rechenprogramm, mit dessen Hilfe nach Fig. 3 eine Ausgleichsfunktion $y = f(x)$ gebildet wird.

Wenn beispielsweise zu den Zeitpunkten x_1 bis x_6 die im Rechner R errechneten Spulenradien y_1 bis y_6 eingehen, die erheblich nach oben und unten streuen, obwohl sie idealisiert auf einer leicht ansteigenden, leicht konvexen Linie liegen sollten, so ergibt sich durch die Ausgleichsrechnung eine Ausgleichsfunktion, die der dick ausgezogenen Linie folgt. In diesem Fall sind die senkrechten Abstände der Meßpunkte von dem Kurvenzug der Ausgleichsfunktion etwa gleich. Die Schwankungsbreite der Ausgleichsfunktion ist geringer als die Schwankungsbreite der einzelnen Meßwerte.

Der Rechner R sorgt nun dafür, daß nur die Ausgleichfunktion $y = f(x)$ ausgewertet wird. Das Verknüpfungsergebnis gelangt zur Steuereinheit 28'. Die Steuereinheit 28' besitzt einen Sollwertgeber 29, dem eine Sollspulreise eingeprägt ist, die dem Kurvenzug 30 folgt. Die Steuereinheit 28' ist nun in der Lage, durch Steuern des Antriebsmotors 13 auf die Spulgeschwindigkeit einzuwirken mit dem Ziel, die tatsächliche Spulreise, symbolisiert durch die Ausgleichsfunktion $y = f(x)$ gemäß Fig. 3, der Sollspulreise 30 anzugleichen. An dem Display 26 wird der vom Rechner R ermittelte aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenradius beziehungsweise Spulendurchmesser angezeigt.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 unterscheidet sich durch folgendes vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 1:

Der Spulstelle 1 ist ein Spulstellenrechner SR zugeordnet. Über elektrische Wirkverbindungen 14 bis 19 sind an den Spulstellenrechner SR der Antriebsmotor 13, die Sensoren 24' und 25', ein Display 26 und ein übergeordneter Rechner, Zentralrechner ZR genannt, angeschlossen. Weitere Wirkverbindungen 20, 21 und 22, 23 führen vom Zentralrechner ZR aus zu eventuell noch vorhandenen weiteren Spulstellenrechnern.

Die beiden Sensoren 24' und 25' beinhalten hier Einrichtungen zum Messen der Dauer des Durchlaufes eines Drehwinkels vorgegebener Größe. Der Sensor 24' gibt über die Wirkverbindung 15 in ununterbrochener Folge die Periodendauer einer Viertelumdrehung des Hülsentellers 6 an die Recheneinheit 27 des Spulstellenrechners SR. Hierzu ist das rückwärtige Ende des Hülsentellers 6 mit vier gleichmäßig über den Umfang verteilten Magneten 31 versehen, deren Vorbeigang durch den Sensor 24' erfaßt wird. Auf gleiche Weise übermittelt der Sensor 25' in ununterbrochener Folge die Periodendauer einer Viertelumdrehung der Spulwalze 7 an die Recheneinheit 27. Hierzu trägt das hintere Ende der Welle 12, die in einem Lager 33 gelagert ist, eine Scheibe 34, die gleichmäßig über den Umfang verteilt vier Magnete 32 trägt. Der Vorbeigang der Magnete wird durch den Sensor 25' erfaßt.

Die Meßergebnisse werden nach Formel 1 verarbeitet und teilweise dem Zentralrechner ZR zugeleitet.

Der Zentralrechner ZR enthält das Rechenprogramm, mit dessen Hilfe eine Ausgleichsfunktion $y = f(x)$ nach Fig. 3 gebildet wird.

Das Verknüpfungsergebnis gelangt vom Zentralrechner ZR über die Wirkverbindung 19 zurück zur Steuereinheit 28 des Spulstellenrechners SR. Die Steuereinheit 28 besitzt einen Sollwertgeber 29, dem eine Sollspulreise eingeprägt ist, die dem Kurvenzug 30 folgt. Die Steuereinheit 28 ist nun in der Lage, durch Steuern des Antriebsmotors 13 auf die Spulgeschwindigkeit einzuwirken mit dem Ziel, die tatsächliche Spulreise, symbolisiert durch die Ausgleichsfunktion $y = f(x)$ gemäß Fig. 3, der Sollspulreise 30 anzugleichen. An dem Display 26 wird der vom Zentralrechner ZR rückgemeldete aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenradius beziehungsweise Spulendurchmesser angezeigt.

Fig. 4 zeigt das Diagramm einer Spulreise, wie es beispielsweise im Display 26 abgebildet oder beispielsweise durch den Spulstellenrechner SR ausgedruckt werden könnte. Auf der X-Achse ist die Spulzeit abgetragen. Die senkrechten Striche markieren Spulenstillstände, die durch das Auswechseln von Spinnkopsen bedingt waren. Auf der Y-Achse ist der Kreuzspulendurchmesser abgetragen.

Der untere Kurvenzug spiegelt das Rechenergebnis der Recheneinheit 27 des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1 wieder. Bei jedem Ablaufspulenwechsel weist der Kurvenzug auffallende Sprünge auf und während der Ablaufreise der Ablaufspule ist der Kurvenzug ebenfalls sehr ungleichmäßig, was in Fig. 4 jedoch nicht so deutlich sichtbar ist.

Da es sich hier um eine konische Kreuzspule handeln soll, gibt der untere Kurvenzug den gemessenen angetriebenen Durchmesser wieder, wogegen der obere Kurvenzug den Durchmesser am dicken Spulenende wiedergibt.

Die Fig. 5 und 6 zeigen einen Auszug aus dem Protokoll einer mit einer Vorrichtung nach Fig. 2 gefahrenen Spulreise einer konischen Kreuzspule. Auf der X-Achse sind die Spulenumdrehungen und die Ablaufspulenwechsel abgetragen. Mit fortlaufenden Nummern sind dabei die einzelnen Ablaufspulenwechsel markiert. Auf der Y-Achse ist der Kreuzspulendurchmesser abgetragen. Der untere, dick ausgedruckte Kurvenzug ergibt sich durch fortlaufendes Antragen von Tangenten an die Ausgleichskurve des aktuellen Durchmessers der konischen Kreuzspule, ermittelt durch den Zentralrechner ZR. Innerhalb dieses Kurvenzuges und mit Spitzen aus dem Kurvenzug herausragend ist die sehr ungleichmäßig verlaufende Kurve des von der Recheneinheit 27 errechneten, auf den Meßwerten der Sensoren 24' und 25' beruhenden Durchmesser eingetragen. Das Rechenprogramm des Zentralrechners ZR enthält hier zum Ermitteln der Ausgleichskurve ein Kalman-Filter. Vom Beginn der Spulreise an wird die Ausgleichsfunktion immer besser, weil das Kalman-Filter zurückliegende Meßergebnisse mit einfließen läßt. Die Fensterbreite der Erfassung kann gesteuert werden.

Die senkrechten Striche markieren jeweils Spulunterbrechungen, die durch das Auswechseln der Ablaufspulen erforderlich waren. Anlässlich eines jeden Ablaufspulenwechsels wurde der Durchmesser der

konischen Kreuzspule an ihrem dicken Ende manuell ermittelt. Die ermittelten Werte wurden nachträglich in das vom Spulstellenrechner SR ausgedruckte Protokoll eingetragen. Die Verbindungslinie stellt den oberen, dünn ausgezogenen Kurvenzug dar.

5

Ansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen an einer Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine und zum Verwerten des Ergebnisses, bei dem aus Meßwerten, die von das Anwachsen der Kreuzspule erfassende Sensoren produziert werden und die zweckentsprechend ausgewertet werden, auf den erreichten Umfang der Kreuzspule geschlossen wird,
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Meßwerte fortlaufend erfaßt und in mindestens einem Rechner zur weiteren Auswertung aufbereitet und gegebenenfalls gespeichert werden, daß beim weitere Auswerten für jede Spulstelle aufgrund ihrer Meßdaten fortlaufend in sehr kleinen Zeitabständen immer wieder neu eine den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulenumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung vorgenommen wird, daß aus dieser Verknüpfung der aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenumfang beziehungsweise Spulendurchmesser errechnet wird und daß das Verknüpfungsergebnis zum Zweck des Anzeigens, der Einflußnahme auf den Spulvorgang, der Ermittlung der Fadenlänge und/oder zum Zweck des Beendens des Spulvorgangs möglichst verzögerungsarm verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte fortlaufend erfaßt und in mindestens einem den einzelnen Spulstellen der Textilmaschine zugeordneten Spulstellenrechner zur weiteren Auswertung aufbereitet werden, daß das weitere Auswerten gegebenenfalls in einem an den oder die Spulstellenrechner angeschlossenen übergeordneten Rechner vorgenommen wird, daß gegebenenfalls im übergeordneten Rechner für die oder jede Spulstelle aufgrund ihrer Meßdaten fortlaufend in sehr kleinen Zeitabständen immer wieder neu eine den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulenumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung vorgenommen wird, daß aus dieser Verknüpfung der aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenumfang beziehungsweise Spulendurchmesser errechnet wird und daß das Verknüpfungsergebnis gegebenenfalls dem Spulstellenrechner wieder zum Zweck des Anzeigens, der Einflußnahme auf den Spulvorgang, der Ermittlung der Fadenlänge und/oder zum Zweck des Beendens des Spulvorgangs möglichst verzögerungsarm übermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Rechner oder im übergeordneten Rechner im Rahmen der mathematischen Verknüpfung für jede Spulstelle aufgrund ihrer Meßdaten fortlaufend in sehr kleinen Zeitabständen immer wieder neu eine den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulenumfang über die Wickelzeit oder die Spulenumdrehungen symbolisierende mathematische Ausgleichsfunktion errechnet wird und daß aus dieser Ausgleichsfunktion der aktuelle Spulenumfang beziehungsweise Spulenumfang beziehungsweise Spulendurchmesser errechnet wird.
4. Verfahren nach einem Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Umfangserfassung von durch Antriebsstrommeln am Umfang angetriebenen Kreuzspulen die Meßwerte eines den Drehwinkel der Antriebsstrommel erfassenden Sensors mit den Meßwerten eines den Drehwinkel der Kreuzspule erfassenden Sensors verknüpft werden, um aus dem Verknüpfungsergebnis auf den erreichten Umfang der Kreuzspule zu schließen, und daß im Rechner oder im übergeordneten Rechner aus diesen fortlaufend immer wieder neu gewonnenen Verknüpfungsergebnissen immer wieder neu die das Eliminieren der Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bewirkende mathematische Verknüpfung gebildet beziehungsweise die Ausgleichsfunktion errechnet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Errechnen der Ausgleichsfunktion ausgewählte Meßwerte der Spulreise beziehungsweise deren Verknüpfungsergebnisse herangezogen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zum Errechnen der Ausgleichsfunktion diejenigen Meßwerte oder deren Verknüpfungsergebnisse herangezogen werden, die von einem wählbaren Zeitpunkt der Spulreise an gewonnen werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Koeffizienten der Ausgleichsfunktion mittels mathematischer Filter errechnet werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als mathematisches Filter ein Filter der Art eines Kalman-Filters eingesetzt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsfunktion als ein Polynom dargestellt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkelgeschwindigkeiten der Antriebsstrommel und der Kreuzspule gemessen und in einem der Rechner miteinander verknüpft und gespeichert werden, bevor aus den Verknüpfungsergebnissen die Ausgleichsfunktion errechnet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Periodendauerverhältnis der Spulenumdrehung zur Antriebsstrommelumdrehung in einem der Rechner ermittelt und gespeichert wird, bevor aus diesen Verknüpfungsergebnissen die Ausgleichsfunktion errechnet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Rechner oder im Spulstellenrechner die gegebenenfalls vom übergeordneten Rechner übermittelten, den aktuellen Spulenumfang beziehungsweise Spulenradius beziehungsweise Spulendurchmesser repräsentierenden Signale wiederum mit den Drehwinkel der Kreuzspule und/oder den Drehwinkel der Antriebsstrommel repräsentierenden Signalen verknüpft werden, um daraus die aktuelle aufgewickelte Fadenlänge und/oder die aktuelle Wickeldichte zu errechnen, gegebenenfalls anzuzeigen und mit Sollwerten zu vergleichen, wobei aufgrund des Vergleichsergebnisses gegebenenfalls in den Wickelvorgang eingegriffen wird.

13. Einrichtung zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen an einer Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine und zum Verwerten des Ergebnisses aus Meßwerten, die von das Anwachsen der Kreuzspule erfassenden Sensoren produziert werden und die zweckentsprechend ausgewertet werden, zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (24, 25; 24', 25') an mindestens einen die Meßwerte zur weiteren Auswertung aufbereitenden Rechner (R) angeschlossen sind, daß dem Rechner (R) ein Verknüpfungsprogramm für eine von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigte, den aktuellen Spulenumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung der aufbereiteten Meßwerte eingegeben ist, und daß der Rechner (R) Einrichtungen (26) zum Anzeigen des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen (13, 28) zur Einflußnahme auf den Spulvorgang nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen (28) zur Ermittlung der Fadenlänge nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen (13, 28) zum Beenden des Wickelvorgangs nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses besitzt.

14. Einrichtung zum Ermitteln des Spulenumfangs von Kreuzspulen an einer Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine und zum Verwerten des Ergebnisses aus Meßwerten, die von das Anwachsen der Kreuzspule erfassenden Sensoren produziert werden und die zweckentsprechend ausgewertet werden, zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (24, 25; 24', 25') an mindestens einen die Meßwerte zur weiteren Auswertung aufbereitenden Spulstellenrechner (SR) angeschlossen sind, daß der Spulstellenrechner (SR) über eine erste Wirkverbindung (18) an einen übergeordneten Rechner (ZR) angeschlossen ist, dem ein Verknüpfungsprogramm für eine von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigte, den aktuellen Spulenumfang symbolisierende mathematische Verknüpfung der vom Spulstellenrechner (SR) aufbereiteten Meßwerte eingegeben ist, daß der übergeordnete Rechner (ZR) eine zweite Wirkverbindung (19) zur Übermittlung des Verknüpfungsergebnisses an den Spulstellenrechner (SR) besitzt und daß der Spulstellenrechner (SR) Einrichtungen (26) zum Anzeigen des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen (13, 28) zur Einflußnahme auf den Spulvorgang nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen (28) zur Ermittlung der Fadenlänge nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses und/oder Einrichtungen (13, 28) zum Beenden des Wickelvorgangs nach Maßgabe des Verknüpfungsergebnisses besitzt.

15. Einrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verknüpfungsprogramm für das Errechnen einer den von Zufälligkeiten der aktuellen Meßwertaufnahme bereinigten aktuellen Spulenumfang über die Wickelzeit beziehungsweise Spulenumdrehungen symbolisierenden mathematischen Ausgleichsfunktion eingerichtet ist.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Verknüpfungsprogramm zum Darstellen der Ausgleichsfunktion ein mathematisches Filter aufweist.

17. Einrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Filter um ein Kalman-Filter handelt.

18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsfunktion im Rechner (R) oder im übergeordneten Rechner (ZR) als Polynom darstellbar ist.

19. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß bei Textilmaschinen, deren Kreuzspulen (3) am Umfang durch Antriebsstrommeln (7) angetrieben werden, sowohl der Kreuzspule (3) als auch der Antriebsstrommel (7) je ein den Drehwinkel erfassender Sensor (24, 24'; 25, 25') zugeordnet ist.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der den Drehwinkel erfassende Sensor (24', 25'), der Rechner (R) oder der Spulstellenrechner (SR) eine Einrichtung zum Messen der Dauer des Durchlaufens eines Drehwinkels vorgegebener Größe besitzt und daß der Rechner (R), der Spulstellenrech-

ner (SR) oder der übergeordnete Rechner (ZR) ein Programm zum Ermitteln des Periodendauerverhältnisses der Spulenumdrehung zur Antriebstrommelumdrehung aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

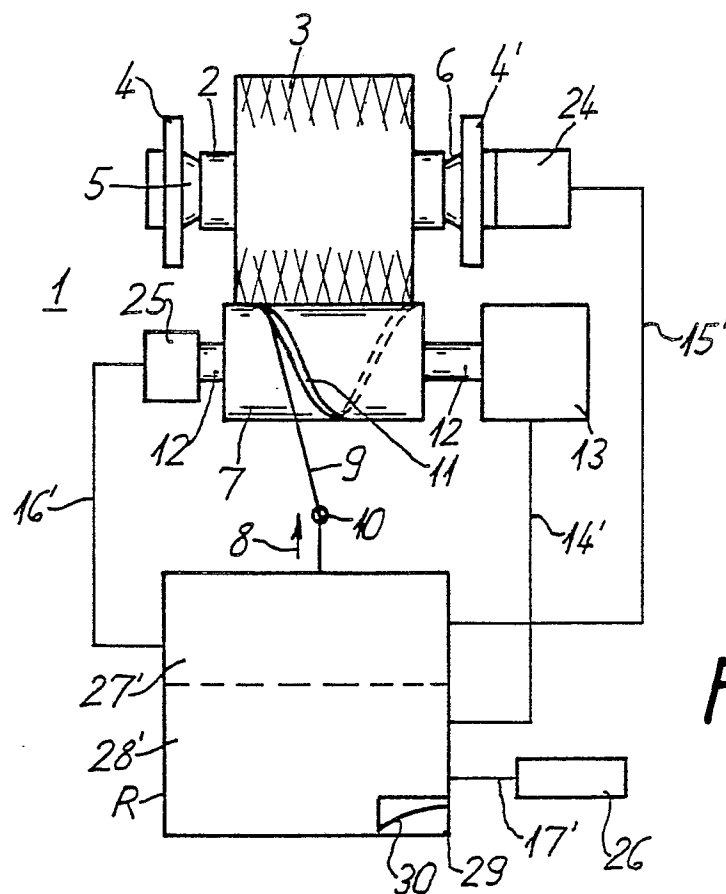


FIG. 1

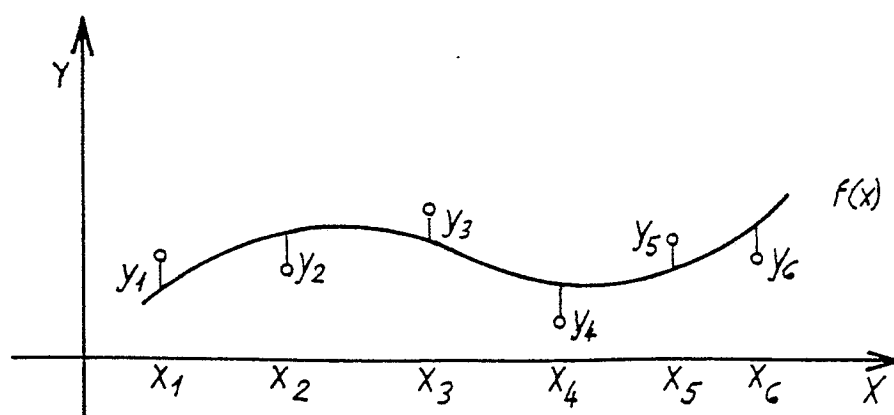


FIG. 3

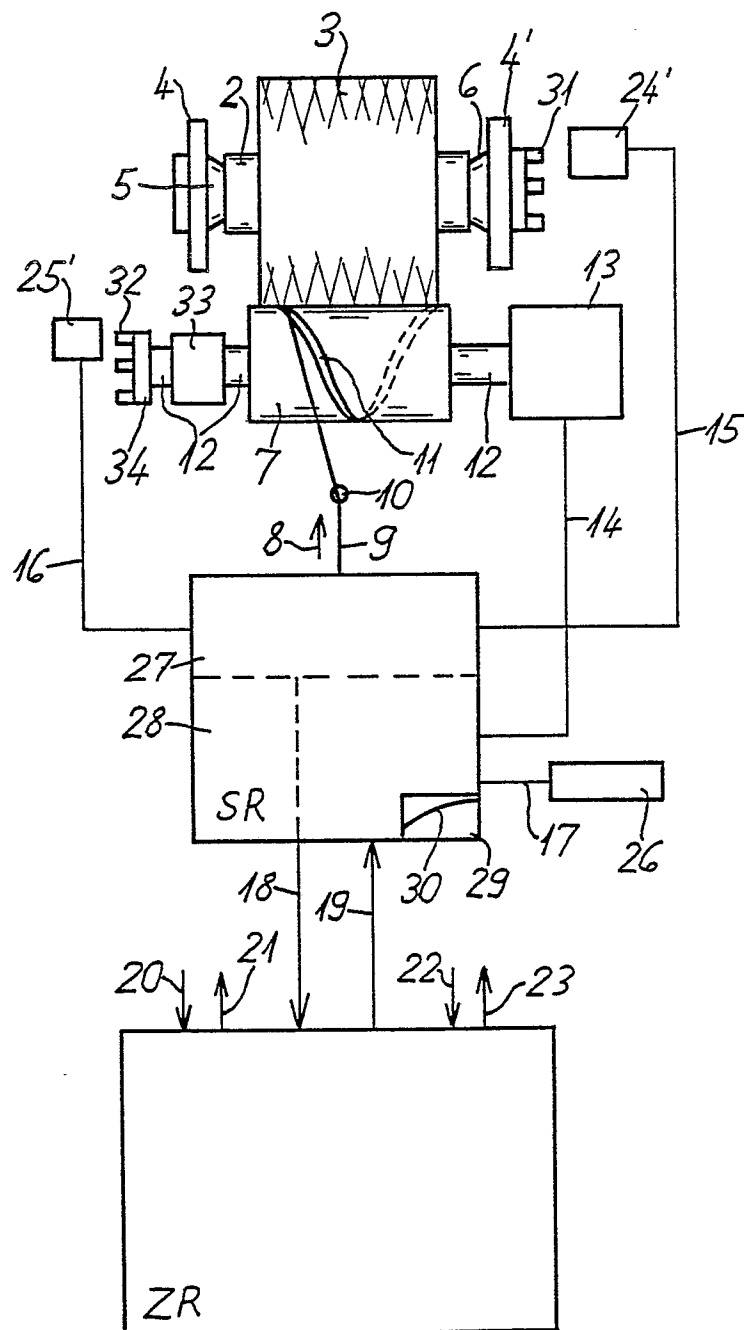
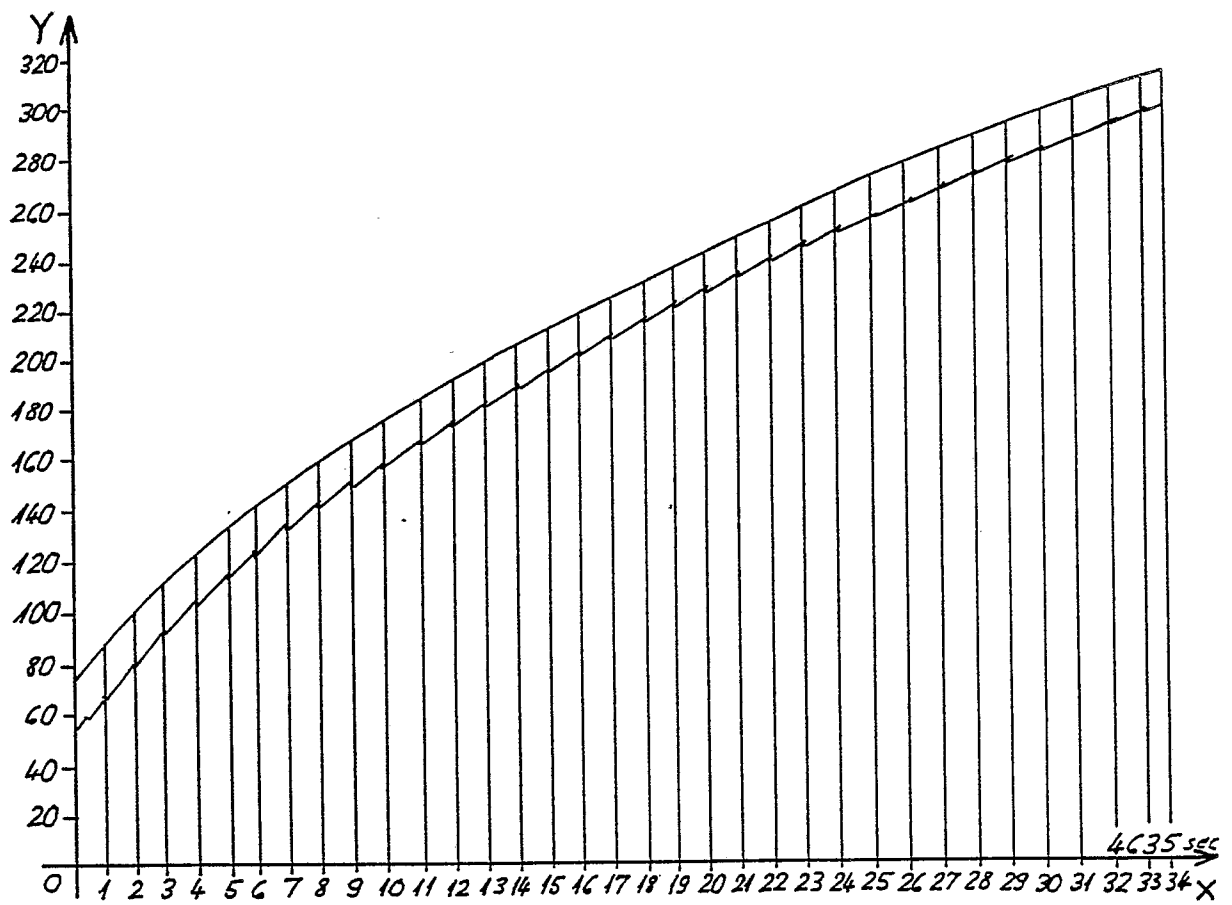
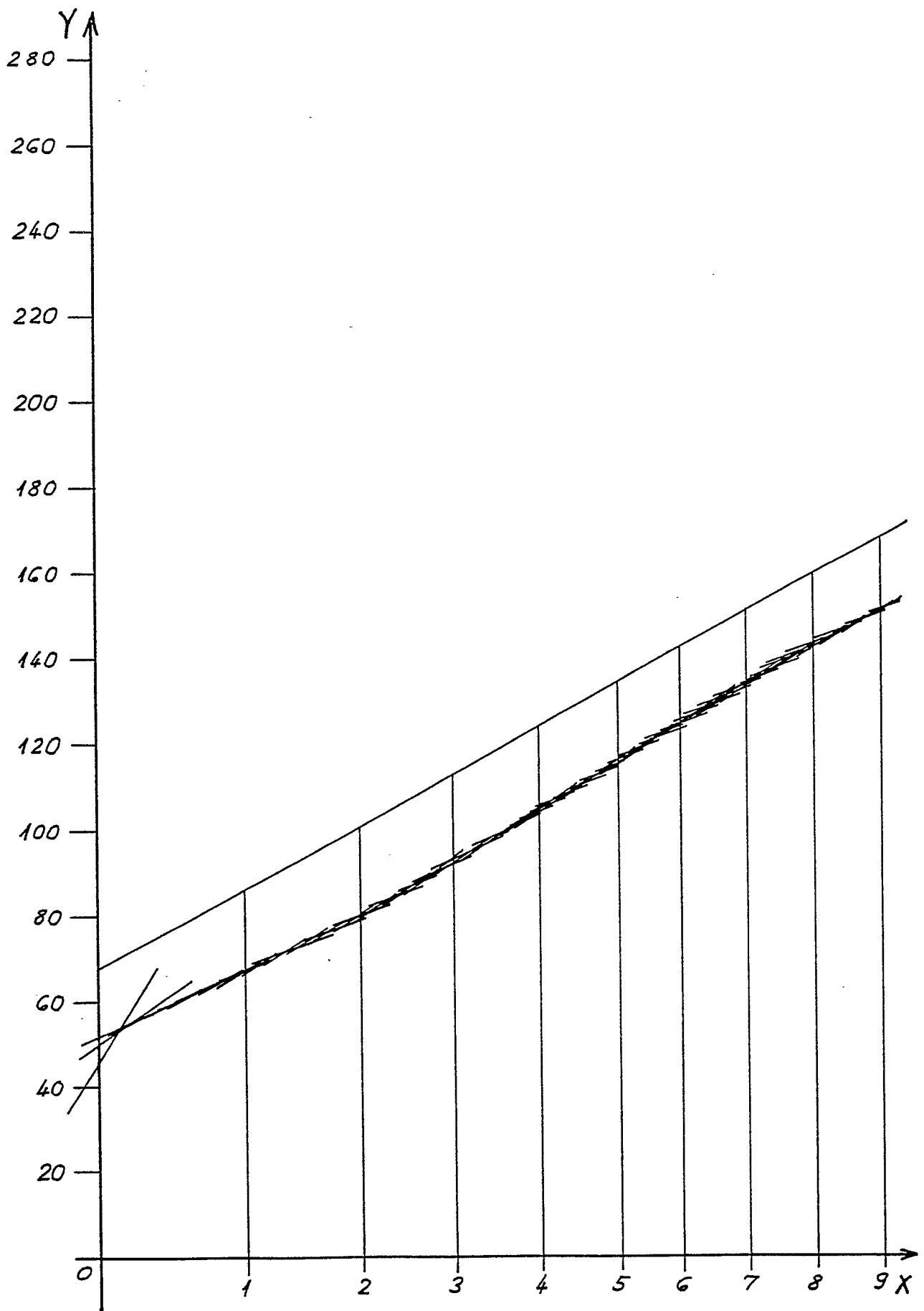


FIG. 2

**FIG. 4**

**FIG. 5**

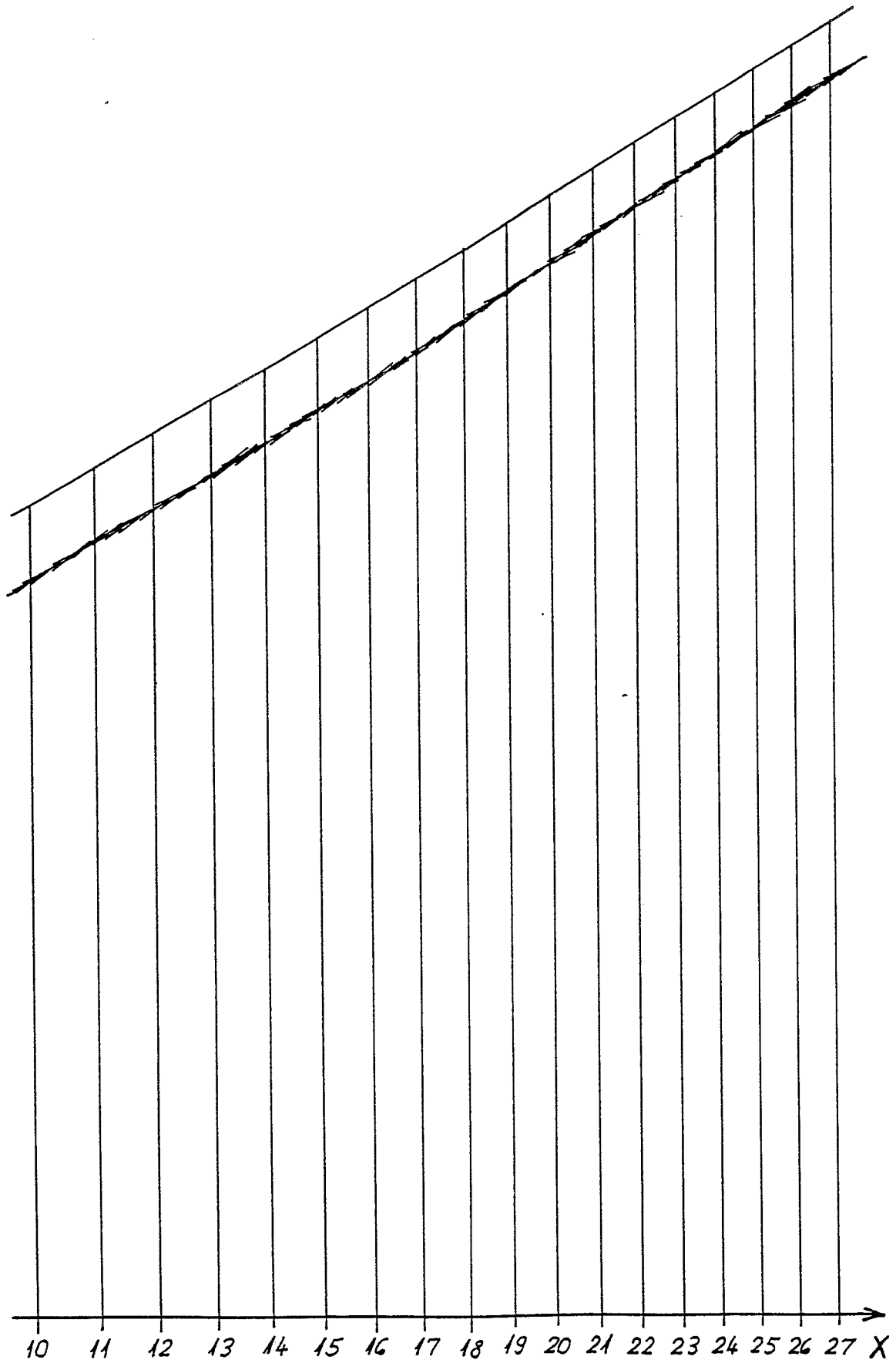


FIG. 6

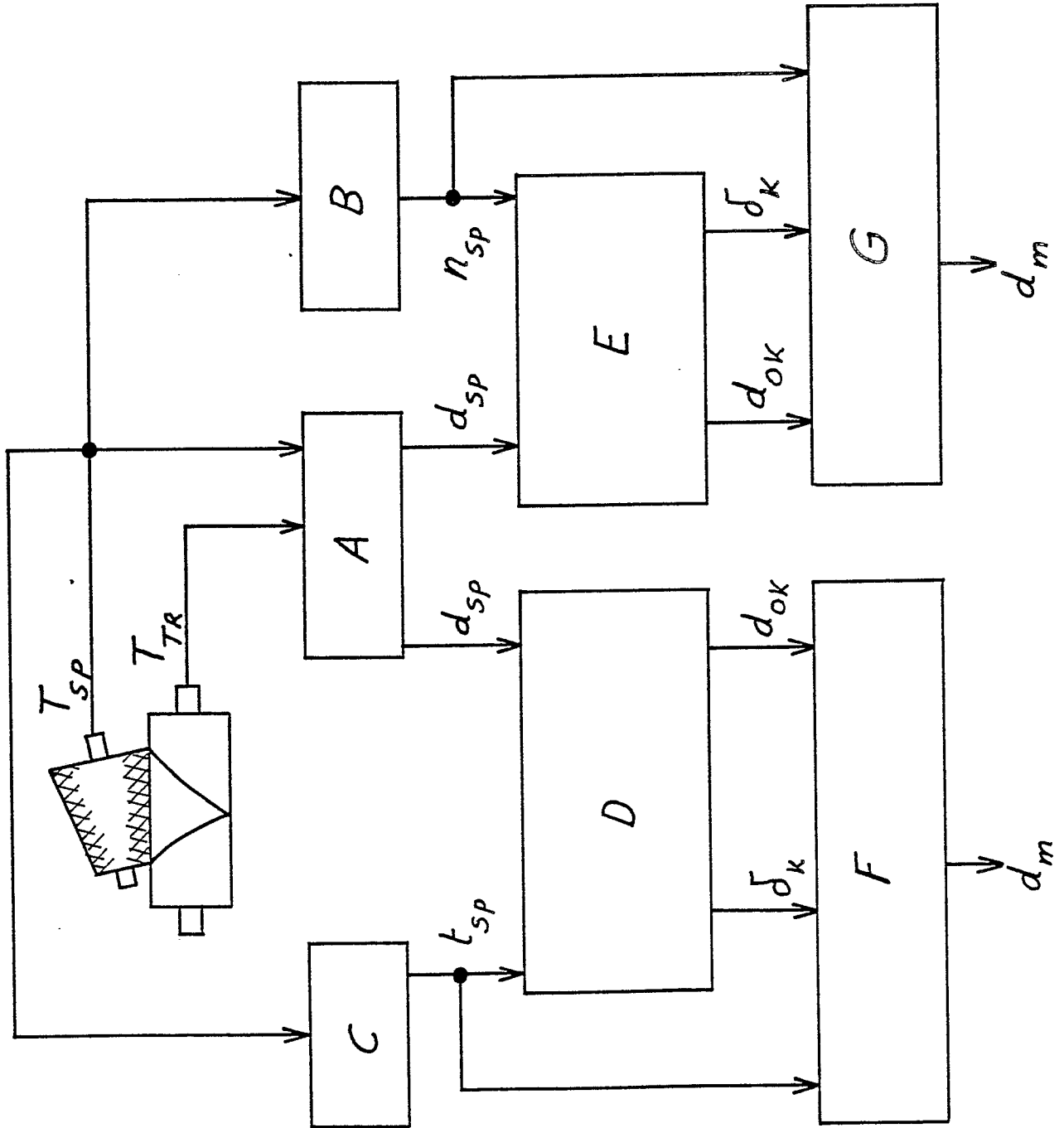


FIG. 7