

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl. 2: B 65 H 63/06  
D 01 H 13/22



**12** PATENTSCHRIFT A5

**615 404**

**21** Gesuchsnummer: 3546/77

**73** Inhaber:  
Zellweger Uster AG, Uster

**22** Anmeldungsdatum: 22.03.1977

**24** Patent erteilt: 31.01.1980

**45** Patentschrift  
veröffentlicht: 31.01.1980

**72** Erfinder:  
Dipl.-Ing. Werner Mannhart, Uster

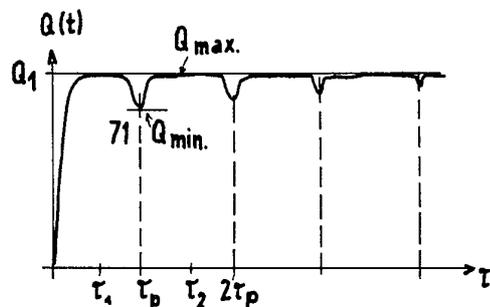
**54** Verfahren und Vorrichtung zur Auswertung von Garnsignalen in Bezug auf die Erkennung periodischer Querschnittsschwankungen.

**57** Die Analyse eines elektrischen Signals  $x(t)$ , das den Querschnitt eines textilen Garns darstellt und die mindestens angenähert periodische Querschnittsschwankungen aufdecken soll, wird durch Anwendung einer vereinfachten Autokorrelation erreicht. Die Amplitude des Signals  $x(t)$  wird sowohl in zeitlich konstanten Abständen, als auch in um ein Zeitintervall  $\tau$  verschobenen Abständen abgetastet, und aus diesen Abtastwerten jeweils die Differenz gebildet. Dabei wird das Zeitintervall  $\tau$  zwischen Grenzwerten  $\tau_1$  bis  $\tau_2$  variiert und für jedes  $\tau$  der Summenwert

$$Q(\tau) = \sum_{k=1}^n x(k \cdot \Delta t) - x(k \Delta t - \tau)$$

gebildet. Aus dem Verlauf des Wertes  $Q(\tau)$  für mehrere  $\tau$ -Werte kann eine Aussage sowohl über die Ungleichmässigkeit des Querschnittes, als auch über eine mindestens angenähert vorhandene Periodizität derselben gemacht werden.

Das Verfahren verwendet ausschliesslich Additions- und Subtraktionsverfahren, die mit Prozessrechnern sehr rasch durchführbar sind. Dadurch kann die Garnanalyse ohne Zwischenschaltung von Speichern am laufenden Garn vorgenommen werden.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Auswertung von Garnsignalen in bezug auf die Erkennung mindestens angenähert periodischer Querschnittsschwankungen, welche Garnsignale mittels Detektoren aus dem Querschnitt bzw. Durchmesser des Garns gewonnen werden, dadurch gekennzeichnet, dass das Garnsignal  $x(t)$  als Digitalsignal einem Microcomputer (88) zugeführt wird, in welchem es zunächst um innerhalb eines Verzögerungsintervalls  $\tau_2 - \tau_1$  liegende Zeitintervalle  $\tau$  verzögert wird, worauf aus dem ursprünglichen Garnsignal  $x(t)$  und den verzögerten Garnsignalen  $x(t - \tau)$  jeweils Absolutbeträge der Differenzen gebildet und diese über ein Zeitintervall  $T$  zu Funktionswerten  $Q(\tau)$  integriert werden, und dass aus den innerhalb eines Verzögerungsintervalls  $\tau_2 - \tau_1$  auftretenden Maximal- und Minimalwerten  $Q(\tau)$  Kriterien für das Vorhandensein von mindestens angenähert periodischen Querschnittsschwankungen und/oder für die Grösse der Gesamtungleichmässigkeit des Garnes gewonnen werden.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Analog-Digitalwandler (87) zur Umformung der Garnsignale  $x(t)$  in Digitalsignale, durch einen Microcomputer (88), in dem in zeitlich konstanten Abständen die Summe  $Q(\tau)$  der Differenzen zwischen dem ursprünglichen Garnsignal  $x(t)$  und einem um ein Zeitintervall  $\tau$  verzögerten Garnsignal  $x(t - \tau)$  gebildet und diese Summe  $Q(\tau)$  weiteren Integrationsprozessen unterworfen wird, worauf aus den summierten Differenzen Fehlersignale hergestellt werden, welche mindestens angenähert periodische Querschnittsschwankungen charakterisieren, und welche Fehlersignale mittels vorgebbaren Bezugswerten vergleichbar sind, sowie durch Schaltmittel, die bei Überschreiten mindestens eines der genannten Bezugswerte den Spinnprozess beeinflussen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das der Auswertung zugeführte Garnsignal  $x(t)$  aus einer Vielzahl von einem Multiplexer (84) zugeführten Teilsignalen zusammengesetzt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Garnsignal  $x(t)$  mittels eines Regelverstärkers (85) für Garne mit verschiedenen Tex-Werten auf konstanten Signalpegel einreguliert wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Kriterium für das Vorhandensein mindestens angenähert periodischer Querschnittsschwankungen im Garnsignal  $x(t)$  ein Quotient (MZ) aus den innerhalb eines Verzögerungsintervalls  $\tau_2 - \tau_1$  gewonnenen Maximal- und Minimalwerten für den Funktionswert  $Q(\tau)$  gebildet und dieser Quotient mit einem ersten, einen zulässigen Wert darstellenden Bezugswert verglichen wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fehlersignal erzeugt wird, wenn der Quotient (MZ) den ersten Bezugswert übertrifft, durch welches Fehlersignal auf die fehlerhafte Arbeitsweise hingewiesen wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Kriterium für die Grösse der Ungleichmässigkeit des Garnsignals der Mittelwert (UZ) der Funktionswerte  $Q(\tau)$  über ein Verzögerungsintervall  $\tau_2 - \tau_1$  gebildet und dieser Mittelwert mit einem weiteren, eine zulässige Grenzungleichmässigkeit darstellenden Bezugswert verglichen wird.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Kriterium für die Grösse der Ungleichmässigkeit des Garnsignals der Maximalwert  $Q(\tau)_{\max}$  über ein Verzögerungsintervall  $\tau_2 - \tau_1$  gebildet und dieser Maximalwert mit einem weiteren, eine zulässige Grenzungleichmässigkeit darstellenden Bezugswert verglichen wird.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fehlersignal erzeugt wird, wenn der

Mittelwert (UZ) bzw. der Maximalwert  $Q(\tau)_{\max}$  den weiteren Bezugswert übertrifft, durch welches Fehlersignal auf die erhöhte Ungleichmässigkeit hingewiesen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6, 7, 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fehlersignale über einen mit dem Multiplexer (84) synchron laufenden Demultiplexer (89) geführt und in diesem so identifiziert werden, dass eine Zuordnung eines Fehlersignals zu der dieses verursachenden Spinnstelle erreicht wird.

11. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3, 4, 5, 6, 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Fehlersignal auf Schaltmittel einwirkt, welche eine Stillsetzung der als fehlerhaft arbeitenden Spinnstellen zur Folge haben und/oder Anzeigevorrichtungen betätigen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen mit dem Multiplexer (84) synchronisierten Demultiplexer (89) zur Zuordnung der Fehlersignale zu den solche auslösenden Detektoren (81, 82, 83. . .).

13. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Regelverstärker (85) zur Aussteuerung eines konstanten Eingangspegels für den Microcomputer (88) bei der Prüfung von Garnen mit verschiedenen Tex-Werten der Garnnummer.

14. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Fehlersignale einzeln oder in Kombination die folgenden Kennwerte angezeigt werden und/oder für einen späteren Abruf speicherbar sind: Stärke der Periodizität, Periodenlänge, Grösse der Ungleichmässigkeit.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Auswertung von Garnsignalen in bezug auf die Erkennung mindestens angenähert periodischer Querschnittsschwankungen.

Die Herstellung textiler Halbfabrikate, insbesondere diejenige von Garnen, verlangt heutzutage eine umfassende und rasch reagierende Qualitätsüberwachung. Während konventionelle Spinnverfahren es zulassen, dass aus der Produktion Stichproben entnommen, diese in einem Prüflabor getestet und hiernach nach den Gesetzen der Statistik auf die durchschnittliche Qualität der ganzen Ablieferung geschlossen werden konnte, verlangen heutige Produktionsanlagen die dauernde Überwachung jeder einzelnen Spinnstelle, so dass die stichprobenweise Prüfung nicht mehr ausreicht. Insbesondere die Garnherstellung auf Open-End-(OE)-Spinnmaschinen benötigt eine solche intensive Überwachung. Dabei sind folgende Arten verschlechterter Garnqualität zu bestimmen:

1. einzelne grosse Dickstellen;
2. Dickstellenketten;
3. erhöhte Ungleichmässigkeit;
4. periodische Querschnittsschwankungen.

Die vereinzelt Dickstellen werden durch die heute üblichen elektronischen Garnreiniger entfernt. Dickstellenketten sind eine charakteristische Fehlerart bei OE-Spinnmaschinen. Auch für deren Erkennung und Entfernung sind bereits Verfahren und Vorrichtungen bekanntgeworden, beispielsweise durch CH-PS 568 405.

Für die Bestimmung der Ungleichmässigkeit und der periodischen Querschnittsschwankungen standen bisher im wesentlichen nur Laborgeräte zur Verfügung, mit der die oben erwähnten Stichproben relativ langsam und vor allem der Produktion zeitlich um einiges nachteilig der Prüfung unterworfen werden konnten.

Das Bedürfnis besteht aber darin, sowohl die Ungleichmässigkeit als auch den Gehalt an periodischen Anteilen in dersel-

ben gleichzeitig mit der Garnherstellung mitverfolgen zu können. Dies schliesst einerseits den Einsatz teurer Labor-Messgeräte aus, andererseits können vereinfachte Verfahren zur Bestimmung der Kenngrössen eingesetzt werden, da bereits aus der Tendenz ihres Verlaufes Schlüsse auf die Produktionsqualität gezogen werden können, ohne ein Höchstmass an Messgenauigkeit und eine der Theorie nahekommende Messwertumformung heranzubilden.

Solche Laborgeräte wurden beispielsweise durch den Gleichmässigkeitsprüfer «USTER» nach CH-Patent 249 096, den Integrator «USTER» nach CH-Patent 262 827 und den Spektrograph «USTER» nach CH-Patent 300 068 verkörpert.

Es handelt sich also zunächst darum, ein geeignetes Auswertverfahren zur Erkennung fehlerhafter Garne, insbesondere periodischer Querschnittsschwankungen, ausfindig zu machen.

Ausgangspunkt ist die Gewinnung eines dem Garnquerschnitt proportionalen elektrischen Signals pro Spinnstelle, das auf die erwähnten Eigenschaften hin analysiert werden soll, wobei beim Auftreten dieser Eigenschaften in einem unzulässigen Mass ein Steuersignal erzeugt wird, das in den Spinnprozess eingreift. Aus dieser Aufgabenstellung geht bereits hervor, dass für jede Spinnstelle ein solcher Überwachungskanal vorgesehen werden muss, deren Anzahl also sehr gross ist und die Ausrüstung entsprechend teuer wird. Eine erste Vereinfachung lässt sich dadurch erzielen, dass die anstehenden Garnsignale nicht dauernd, sondern zeitlich hintereinander bezüglich ihrer Amplitude abgetastet werden, wodurch ein wesentlicher Teil der Auswerteinrichtung in einem einzigen Exemplar vereinigt werden kann und allfällige Fehlermeldungen der sie verursachenden Spinnstelle zugeordnet werden können. Diese Zusammenfassung von mehreren Signalen zur Verarbeitung in einer Zentrale erfolgt durch an sich bekannte Multiplexer.

Weiter kommt dem Bedürfnis nach einer Überwachung sämtlicher Spinnstellen die moderne Halbleitertechnik entgegen, die mit integrierten Schaltungen und Microcomputern Bauelemente zur Verfügung stellt, die trotz kleinstem Platzbedarf komplexe Signalverarbeitungsprobleme zu bewältigen vermögen.

Für das Problem der Periodenbestimmung der Ungleichmässigkeit im Garnsignal ist zunächst wesentlich, dass im allgemeinen die Länge der ausgeprägtesten Perioden etwa gleich dem Rotorumfang des Spinnaggregates ist. Dazu treten noch kürzere Perioden hinzu. Da der Garnquerschnitt in Funktion der Länge als elektrisches Signal in Funktion der Zeit abgebildet wird, sind die in diesem Signal enthaltenen periodischen Anteile von der Garnlaufgeschwindigkeit abhängig. Deshalb ist es vorteilhaft, wenn die Anlage bezüglich der erfassbaren Periodenlängen keinen Einschränkungen unterworfen ist. Dadurch fallen Lösungen ausser Betracht, die festabgestimmte Filter verwenden.

Eine mögliche, jedoch aufwendige Lösung besteht in der Berechnung des Fourierspektrums des Garnsignals, um das Vorhandensein periodischer Querschnittsschwankungen nachzuweisen. Die Berechnung dieser Funktion, auch nach dem bekannten Algorithmus der «Schnellen Fourier-Transformation» nach Cooley und Tukey ist zu langwierig; die Rechenzeit beträgt mehrere Minuten und fällt deshalb ausser Betracht.

Die vorliegende Erfindung basiert auf diesen Überlegungen und betrifft ein Verfahren zur Auswertung von Garnsignalen in bezug auf die Erkennung mindestens angenähert periodischer Querschnittsschwankungen, welche Garnsignale mittels Detektoren aus dem Querschnitt bzw. Durchmesser des Garns gewonnen werden, und zeichnet sich dadurch aus, dass das Garnsignal  $x(t)$  als Digitalsignal einem Microcomputer zugeführt wird, in welchem es zunächst um innerhalb eines Verzögerungsintervalls  $\tau_2 - \tau_1$  liegende Zeitintervalle  $\tau$  verzögert wird, worauf aus dem ursprünglichen Garnsignal  $x(t)$  und den verzögerten Garnsignalen  $x(t - \tau)$  jeweils Absolutbeträge der Differenzen gebildet werden und diese über ein Zeitintervall  $T$  zu Funktionswerten  $Q(\tau)$  integriert werden, und dass aus den innerhalb eines Verzögerungsintervalls  $\tau_2 - \tau_1$  auftretenden Maximal- und Minimalwerten von  $Q(\tau)$  Kriterien für das Vorhandensein von mindestens angenähert periodischen Querschnittsschwankungen und/oder für die Grösse der Gesamtungleichmässigkeit des Garns gewonnen werden.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Auswertung von Garnsignalen in bezug auf die Erkennung mindestens angenähert periodischer Querschnittsschwankungen, und ist gekennzeichnet durch einen Analog-Digitalwandler zur Umformung der Garnsignale  $x(t)$  in Digitalsignale, durch einen Microcomputer, in dem in zeitlich konstanten Abständen die Summe  $Q(\tau)$  der Differenzen zwischen dem ursprünglichen Garnsignal  $x(t)$  und einem um ein Zeitintervall  $\tau$  verzögerten Garnsignal  $x(t - \tau)$  gebildet und diese Summe  $Q(\tau)$  weiteren Integrationsprozessen unterworfen wird, worauf aus den summierten Differenzen Fehlersignale hergestellt werden, welche mindestens angenähert periodische Querschnittsschwankungen charakterisieren, und welche Fehlersignale mittels vorgebbaren Bezugswerten vergleichbar sind, sowie durch Schaltmittel, die bei Überschreiten mindestens eines der genannten Bezugswerte den Spinnprozess beeinflussen.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die entsprechende Vorrichtung werden mit Vorteil so eingesetzt, dass eine Anzahl von Garnsignalen verschiedener Spinnstellen einem Multiplexer zugeführt und in diesem in zeitlich aufeinanderfolgende Teilsignale umgeformt werden, und dass die von den Schaltmitteln abgegebenen Steuersignale über einen Demultiplexer den betreffenden Spinnstellen individuell zugeordnet werden.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Garnsignal einen Regelverstärker durchläuft, der unterschiedliche Amplituden der Garnsignale infolge verschiedener Tex-Werte (Garnnummern) auf einen einheitlichen Pegel einregelt.

Die Technik der Microcomputer ermöglicht die vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemässen Vorrichtung dergestalt, dass sowohl die mathematischen Operationen, die Vergleichsvorgänge zwischen Fehlersignalen und Bezugswerten, als auch die Ausgabe von Steuersignalen aufgrund der gewählten Kriterien in ein- und derselben baulichen Einheit untergebracht werden können.

Das Prinzip des erfindungsgemässen Verfahrens, sowie ein Ausführungsbeispiel für dessen Realisierung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung und der Figuren erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 eine Autokorrelationsfunktion für ein stochastisches Signal,

Figur 2 eine Autokorrelationsfunktion für ein stochastisches Signal mit periodischem Anteil,

Figur 3 das Diagramm eines unverzögerten und eines verzögerten Garnsignals,

Figur 4 zwei Diagramme abgeleiteter Grössen in Funktion einer Zeitdifferenz  $\tau$ ,

Figur 5 Diagramme eines originalen und eines um ein Zeitintervall  $\tau_1$  verzögerten Garnsignals, in Funktion der Zeit,

Figur 6 Diagramme eines originalen und eines um ein Zeitintervall  $\tau_p$  verzögerten Garnsignals in Funktion der Zeit,

Figur 7 das Diagramm einer Funktion  $Q(\tau)$ ,

Figur 8 als Blockschema eine erfindungsgemässe Schaltungsanordnung.

Von der Theorie her kann die gestellte Aufgabe mittels der Autokorrelationsfunktion (im folgenden mit AKF bezeichnet) gelöst werden. Für ein Signal  $x(t)$  ist diese folgendermassen definiert:

$$R(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) \cdot x(t-\tau) dt \quad (\text{Fig. 1, 2}) [1]$$

In Figur 1 ist die AKF für eine rein stochastische Funktion, in Figur 2 die AKF für eine stochastische Funktion mit überlagerter periodischer Komponente (Periodendauer  $\tau_p$ ) gezeigt. Für die diskrete Berechnung dieser Funktion ersetzt man das Integral durch die Summe:

$$R(\tau) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x(k \cdot \Delta t) \cdot x(k \Delta t - \tau) \quad [2]$$

Für die praktische Durchführung muss das Signal hierfür in Form von quantisierten Abtastwerten  $x(k \Delta t)$  vorliegen. Die Verschiebung  $\tau$  wird in gleichen diskreten Intervallen erhöht.

$$\tau = 0, \Delta t, 2\Delta t, \dots, m \cdot \Delta t.$$

Die Berechnung dieser Funktion mittels eines Microcomputers ergab für  $N = 1000$  Abtastwerte und  $m = 50$  Zeitintervallschritte rund 45 Sekunden. Für eine kontinuierliche Auswertung des Garnsignals im Produktionsprozess ist dieser Zeitbedarf immer noch zu lang. Hierfür ist in erster Linie die Multiplikation in Gleichung [2] verantwortlich. Für jedes  $\tau$  muss diese Operation  $N$ -mal ausgeführt werden, insgesamt also  $N \cdot m$  mal (mit obigen Zahlenwerten also 50 000 mal). Diese Operation benötigt auch bei einem üblichen Microcomputer viel Zeit. Es sind deshalb entweder spezielle Microcomputer einzusetzen, die die Multiplikation in wesentlich kürzerer Zeit ausführen zu können, oder aber es muss ein vereinfachtes Multiplikationsprinzip gewählt werden. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass nur eine Multiplikation mit  $2^n$  durchgeführt wird. Für Binärzahlen bedeutet dies eine Schiebung der Zahl um  $n-1$  Stellen.

Microcomputer führen aber Additions- und Subtraktionschritte in äusserst kurzer Zeit aus (innerhalb von Microsekunden). Es stellt sich somit die Aufgabe, die AKF für das vorliegende Problem derart umzugestalten, dass zeitintensive Operationen (Multiplikationen, Divisionen) vermieden werden und die anfallenden Daten nur durch Additions- und Subtraktionschritte verarbeitet werden können. Hierfür wurde folgende neue Funktion  $Q(\tau)$  definiert:

$$Q(\tau) = \int_0^T |x(t) - x(t-\tau)| dt \quad [3]$$

oder

$$Q(\tau) = \sum_{k=1}^N |x(k \Delta t) - x(k \Delta t - \tau)| \quad [4]$$

Diese Funktion ist in der Lage, periodische Signale, die in einem stochastischen Signal eingebettet sind, festzustellen. Figur 3 veranschaulicht die Entstehung der Funktion  $Q(\tau)$ . Das Integral der Absolutbeträge der Differenz zwischen Originalfunktion  $x(t)$  und der um  $\tau$  verschobenen Funktion  $x(t-\tau)$  nach Beziehung [3] entspricht der schraffierten Fläche. Für  $\tau > 0$  strebt der Wert der Funktion einem bestimmten Wert zu, der im weiteren unabhängig von  $\tau$  ist.

Figur 4 stellt die Funktion  $Q(\tau)$  in Abhängigkeit von  $\tau$  für zwei verschiedene Garne mit unterschiedlicher Ungleichmässigkeit dar. Der Wert der Funktion  $Q(\tau)$  ist ein Mass für die Ähnlichkeit des ursprünglichen Signals  $x(t)$  und des um  $\tau$  verzögerten Signals  $x(t-\tau)$ . Bei einem stochastischen Signal ist

dieser Wert der Funktion  $Q(\tau)$  für  $\tau > 0$  unabhängig von  $\tau$ . Hingegen liegt eine Abhängigkeit der Funktion  $Q(\tau)$  von der Ungleichmässigkeit des Signals  $x(t)$  vor, und zwar entspricht Linienzug 41 einem ungleichmässigen Garn (grösserer U%- bzw. CV%-Wert). Linienzug 42 einem gleichmässigeren Garn (weniger U% bzw. CV%).

Betrachtet man nun ein stochastisches Signal, dem ein periodisches Signal überlagert ist, so bildet man wiederum die Funktion  $Q(\tau)$  für verschiedene Werte der Verschiebung  $\tau$  (Fig. 5). Für Werte  $\tau < \tau_p$  erhält man wieder einen bestimmten, von  $\tau$  unabhängigen Wert der Funktion  $Q(\tau)$ . Falls jedoch  $\tau = \tau_p$  oder allgemein  $\tau = n \cdot \tau_p$  ( $n = 1, 2, \dots$ ), kommen jeweils die periodischen Anteile zur Deckung (Figur 6). Die beiden Kurven sind sich jetzt einigermassen ähnlich, was sich in einem kleinen Wert der Funktion  $Q(\tau)$  für dieses  $\tau$  äussert. Damit erhält man einen Verlauf der Funktion  $Q(\tau)$ , wie er in Figur 7 dargestellt ist.

Aus der Lage insbesondere der ersten Einbuchtung 71 kann man die Periodenlänge des periodischen Anteils bestimmen. Der Wert  $Q_1$  ist ein Mass für die Ungleichmässigkeit des Garns.

Um die Auswertung der Funktion  $Q(\tau)$  automatisch vornehmen zu können, wird nun folgender Quotient gebildet:

$$MZ = \frac{Q(\tau)_{\max}}{Q(\tau)_{\min}} \frac{\tau^2}{\tau} \quad [5]$$

d. h. man berechnet die Funktion  $Q(\tau)$  im Bereiche von  $\tau_1$ - $\tau_2$ , in welchen Perioden erwartet werden können. Dann bildet man das Verhältnis zwischen Maximal- und Minimalwert dieser Funktion in diesem Intervall. Diese Zahl ist ein direktes Mass für die Stärke eines allfälligen periodischen Anteils in Garnsignal. Als Verhältniszahl ist sie praktisch unabhängig von der ursprünglichen Amplitude des Garnsignals. Versuche haben gezeigt und bestätigt, dass mit folgenden Werten für MZ zu rechnen ist:

$MZ < 1,12$  für normales Garn  
 $MZ > 1,12$  für periodisch unregelmässiges Garn,  
 bei dessen Weiterverarbeitung die Bildung eines sogenannten «Moiré-Effektes» wahrscheinlich ist ( $MZ =$  «Moiré-Zahl»).

Die vorgängig erwähnte Tatsache, dass die Grösse der Ungleichmässigkeit (U% bzw. CV%) die Höhenlage des asymptotischen Astes der Linienzüge  $Q(\tau)$  (41, 42 in Fig. 4) beeinflusst, wird ausgewertet durch die Beziehung

$$UZ = \frac{1}{\tau^2 - \tau^1} \int_{\tau^1}^{\tau^2} Q(\tau) d\tau \quad [6]$$

Damit erhält man eine Grössenangabe für die Ungleichmässigkeit. Für die apparative Ausbildung bedeutet dies, dass die Funktion  $Q(\tau)$  innerhalb des Verzögerungsintervalls ( $\tau_2 - \tau_1$ ) zu integrieren (bzw. deren Mittelwert zu bilden) ist. Dieser Wert UZ ist jedoch abhängig von der Amplitude des Garnsignals; wenn eine Auswertung nach dieser Funktion vorgesehen ist, ist das Garnsignal durch eine Verstärkungsregelung mittels eines Regelverstärkers 85 auf einen vorgegebenen Pegel einzustellen. Zudem ist dafür Sorge zu tragen, dass der Pegel des Garnsignals am Eingang zum Microcomputer 88 unabhängig ist vom mittleren Garnquerschnitt (mittlere Garnnummer, tex-Wert). Dies kann beispielsweise durch ein Einstellorgan am Verstärker erfolgen, das einen Einstellknopf mit in tex-Werten geeichter Skala 90 aufweist, der bei Beginn der Messung auf den tex-Wert des Prüfgarnes einzustellen ist.

Das Prinzip der erfindungsgemässen Vorrichtung wird anhand der Figur 8 näher erläutert.

Detektoren 81, 82, 83 . . . befinden sich an den einzelnen Spinnstellen und liefern in an sich bekannter Weise Garnsignale  $x(t)$ , die dem Querschnitt bzw. Durchmesser des Garns entsprechen. Diese Garnsignale  $x(t)$  gelangen an einen Multiplexer 84, der sie in eine aufeinanderfolgende Reihe von Einzelwerten auflöst. Dadurch wird erreicht, dass die nachfolgende Auswerteeinrichtung für eine Vielzahl von Garnsignalen nur in einfacher Ausführung erforderlich ist, ohne dass durch die punktweise Abtastung der Messwerte eine spürbare Verminderung der Messgenauigkeit erkauf werden müsste. Auf den Multiplexer 84 kann ein Regelverstärker 85 folgen, der je nach Grösse des ankommenden Garnsignals  $x(t)$  seine Verstärkung verändert. Dieser Regelverstärker 85 weist mit Vorteil ein in tex-Werten kalibriertes Einstellorgan 90 auf, mit welchem für verschiedene Garnnummern vergleichbare Eingangssignale an weitere Stufen übertragen werden können. Bei Verzicht auf bestimmte Auswerteespekte kann der Regelverstärker 85 auch weggelassen werden.

Das derart vorbereitete Garnsignal  $x(t)$  gelangt nun – gegebenenfalls über eine sogenannte «sample-and-hold»-Stufe 86 – an einen an sich bekannten Analog-Digitalwandler 87, der die zur Weiterverarbeitung im nachgeschalteten Microcomputer 88 benötigte Digitalsignale aus dem eintreffenden Garnsignal  $x(t)$  formt.

Der Microcomputer 88 ist nun so programmiert, dass er die im Vorstehenden erwähnten Rechenoperationen aus den digitalen Eingangssignalen vornimmt, insbesondere die Funktion  $Q(\tau)$  bildet, deren Maximal- und Minimalwerte innerhalb eines Verschiebungsintervalls  $\tau_2 - \tau_1$  feststellt und aus diesen Werten einen Quotienten MZ bildet. Dieser Quotient MZ wird nun in einem ersten Komparator einem Bezugswert gegenübergestellt. Überschreitet dieser Quotient den Bezugswert, wird ein Fehlersignal an den Ausgang des Microcomputers gegeben, das in der Lage ist, nach Passieren eines mit dem Multiplexer 84 synchronisierten Demultiplexers 89 die betreffende Spinnstelle in geeigneter Weise zu beeinflussen. Dies kann beispielsweise durch Signalgabe oder durch eine Spindelabstellung erfolgen.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann auch für die min-

destens angenäherte Bestimmung der Ungleichmässigkeit  $U$  verwendet werden, wenn im Microcomputer 88 eine Integratorstufe vorgesehen wird, die den Mittelwert der Funktion  $Q(\tau)$  über jeweils ein Verzögerungsintervall  $\tau_2 - \tau_1$  bildet. Dieser Mittelwert kann nun in an sich bekannter Weise angezeigt oder mit einem weiteren Bezugswert verglichen werden. In jedem Fall können wieder aufgrund eines Fehlersignals Schalt- bzw. Signaleinrichtungen ausgelöst werden, die die fehlerhaft arbeitende Spinnstelle lokalisieren.

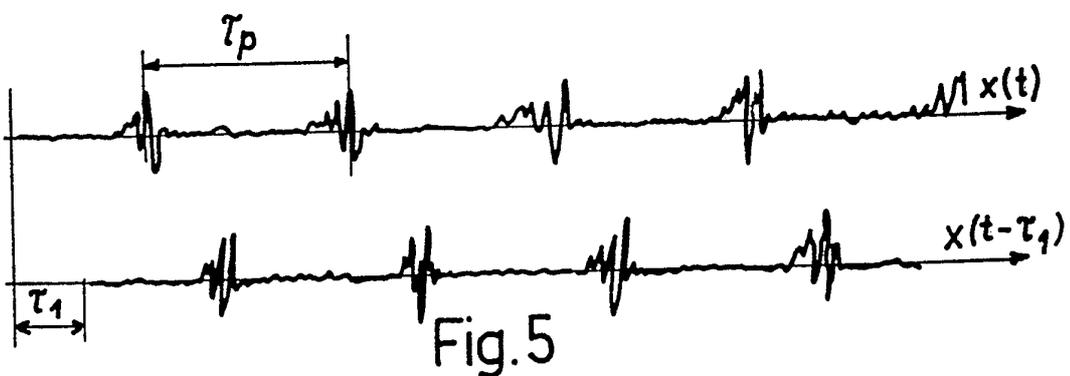
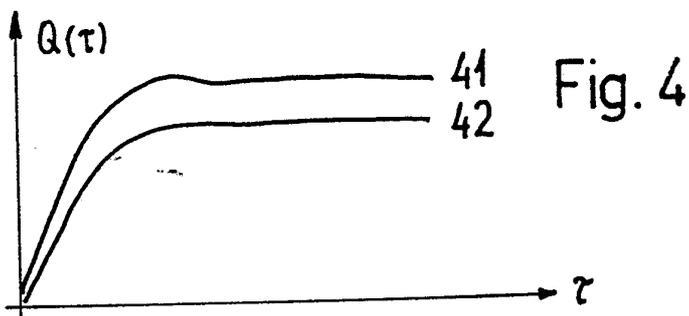
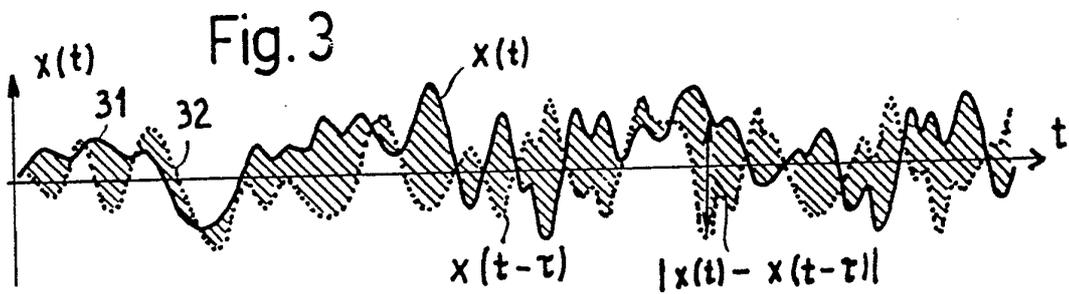
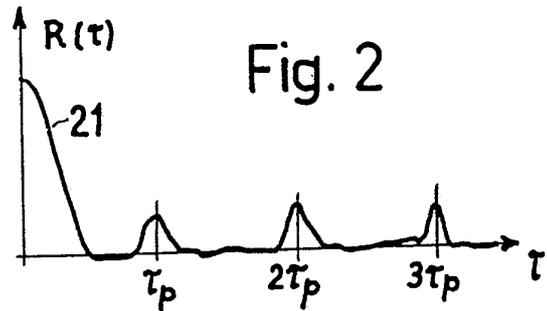
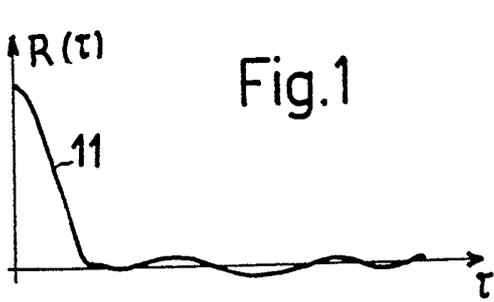
Bei einer zentralen Auswertung der Garnsignale besteht zudem die Möglichkeit, für die überwachten Spindeln gruppenweise unterschiedliche Einstellungen für die Spinn- geschwindigkeit, die Ansprechschwellen und den tex-Wert (Garnnummer) voreinzustellen. Die für jede Spindel geltenden Werte werden im Microcomputer gespeichert und jedesmal aktiviert, wenn die betreffende Spindel durch den Multiplexer angesteuert wird.

Jedes Mal, wenn einer der Grenzwerte überschritten wird, kann angezeigt werden, bzw. für ein später auszugebendes Protokoll gespeichert werden:

- Stärke der Periodizität entsprechend der Moiré-Zahl MZ,
- Periodenlänge, die aus der Lage der ersten Einbuchtung der Funktion  $Q(\tau)$  (Fig. 7) genau ablesbar ist,
- Grösse der Ungleichmässigkeit entsprechend der Ungleichmässigkeitzahl UZ,
- Spindelnummer und Zeit.

Der Microcomputer kann auch zusätzlich für die Überwachung des Garnsignals auf das Auftreten von Dickstellenketten programmiert werden.

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von Microcomputern ist darin zu sehen, dass ohne grossen zusätzlichen Aufwand eine statistische Auswertung über ein bestimmtes Beobachtungsintervall ermöglicht wird. Solche statistischen Auswertungen lassen Rückschlüsse auf die betreffende Maschine zu. Spindeln, die innerhalb eines bestimmten Überwachungsintervalls besonders ausgeprägt zur Bildung von Moiré-Garn neigen, können dabei besonders gekennzeichnet werden.



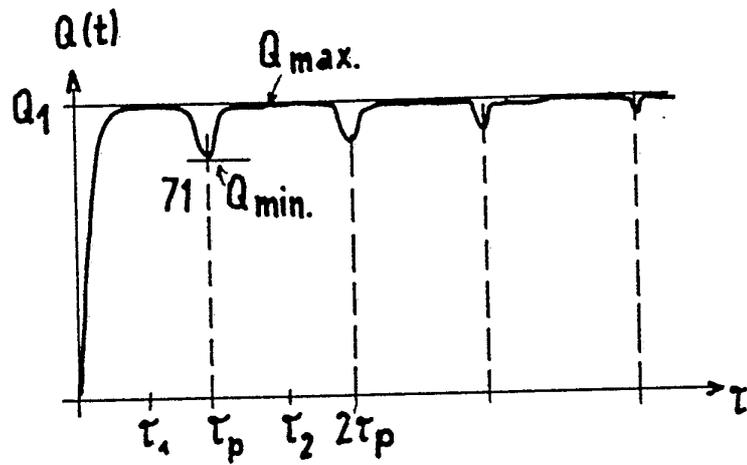


Fig. 7

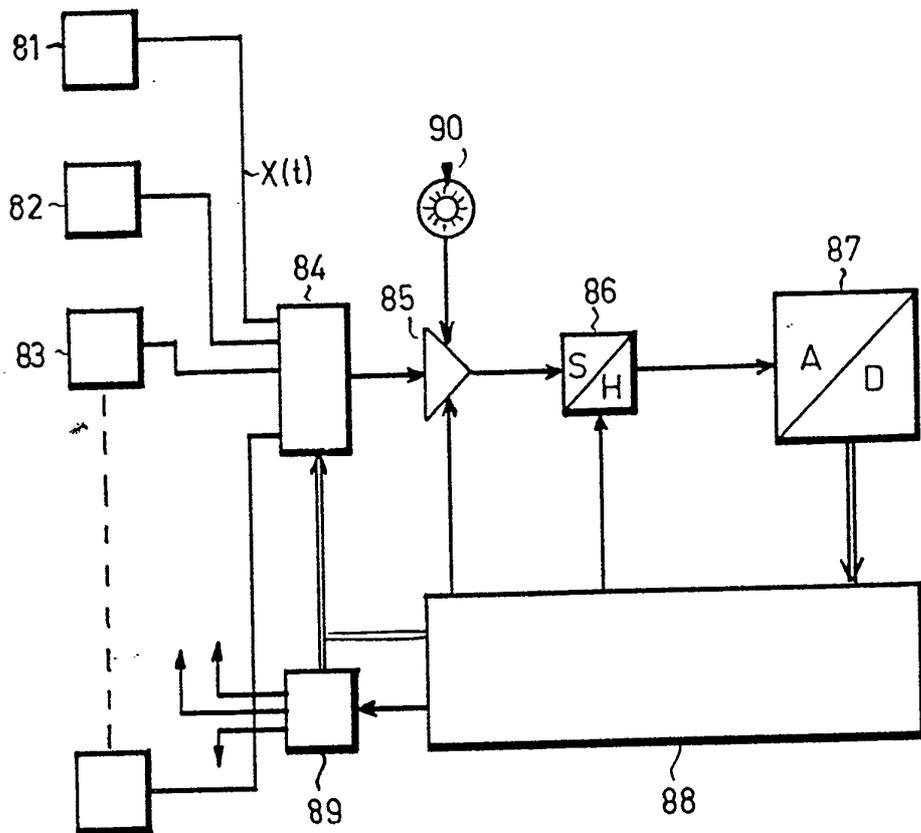


Fig. 8