

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 89118688.4

Int. Cl.5: **B65H 63/00 , G06F 15/46 , G08B 23/00**

Anmeldetag: 07.10.89

Priorität: 25.10.88 CH 3969/88

Anmelder: **ZELLWEGER USTER AG**
Wilstrasse 11
CH-8610 Uster(CH)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.90 Patentblatt 90/18

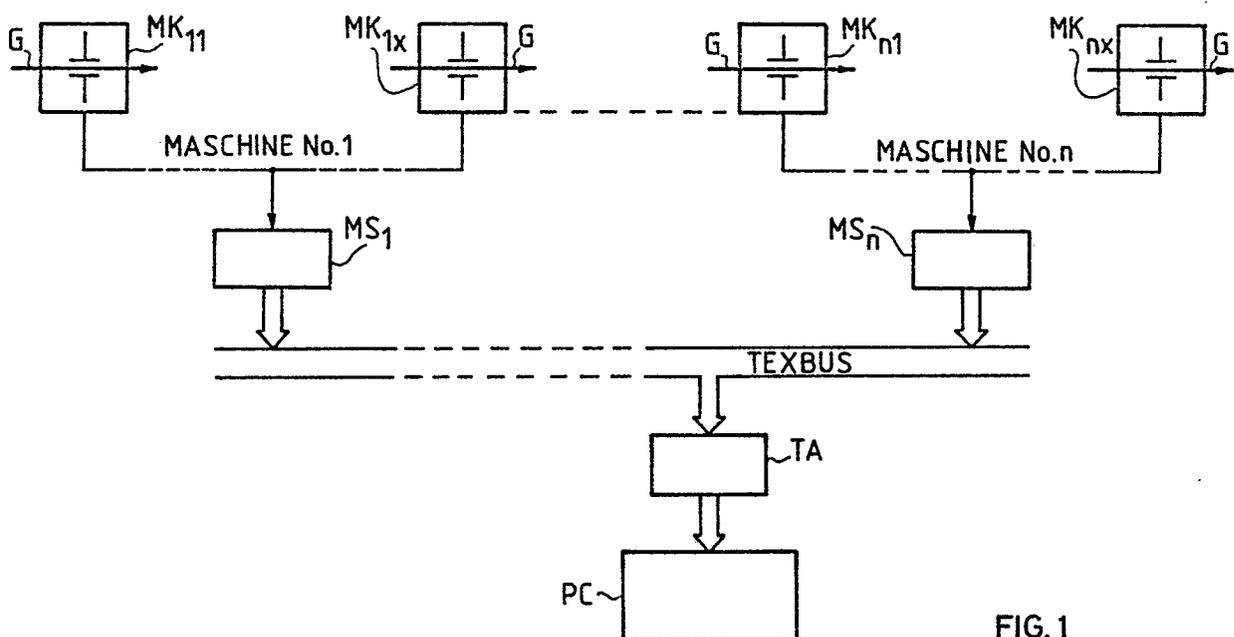
Erfinder: **Aemmer, Peter F.**
Bäumlisächerstrasse 36
CH-8907 Wettswil(CH)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB IT NL

System zur Überwachung einer Vielzahl von Arbeitsstellen von Textilmaschinen.

Das System enthält den Arbeitsstellen zugeordnete Messorgane (MK) und Mittel (PC) zur Auswertung der von den Messorganen (MK) gelieferten Signale, wobei bei der Auswertung charakteristische Parameter für die einzelnen Arbeitsstellen gewonnen und auf signifikante Abweichungen von den entsprechenden Sollwerten analysiert werden. Die Sollwerte werden durch das Verhalten eines statistisch vergleichbaren Kollektivs gebildet. Zu Beginn jedes Überwachungsvorgangs werden für die einzelnen Sollwerte generalisierte Startgrößen verwendet, welche während des Ablaufs der Überwachung in Absolutwerte umgewandelt werden. Diese werden ständig aktualisiert und bilden die Kerndaten für einen automatischen Schlussfolgerungsprozess.

Dadurch wird die Arbeitsweise des Systems, welches insbesondere in Spulereien zur Überwachung von Spulautomaten eingesetzt werden kann, automatisiert und objektiviert, und die Auswertung der Messergebnisse wird von der Interpretation durch das Bedienungspersonal unabhängig.



EP 0 365 901 A2

FIG. 1

System zur Ueberwachung einer Vielzahl von Arbeitsstellen von Textilmaschinen

Die Erfindung betrifft ein System zur Ueberwachung einer Vielzahl von Arbeitsstellen von Textilmaschinen, mit den Arbeitsstellen zugeordneten Messorganen und mit Mitteln zur Auswertung der von den Messorganen gelieferten Signale, wobei bei der Auswertung charakteristische Parameter für die einzelnen Arbeitsstellen gewonnen und auf signifikante Abweichungen von entsprechenden Sollwerten analysiert werden.

Derartige Systeme werden beispielsweise in Spulereien zur Ueberwachung von Spulautomaten verwendet, welche eine Vielzahl von Einzelspindeln aufweisen und mit sogenannten Garnreinigungsanlagen ausgerüstet sind. Die Analyse der bei der Auswertung der Signale der Messorgane gewonnenen Parameter erfolgt mehr oder weniger isoliert für jede einzelne Spulstelle, so dass auftretende Störsituationen zwar erkannt und damit behoben werden können, aber keine automatischen Quervergleiche zwischen den einzelnen Störsituationen möglich sind. Dies bedeutet, dass es relativ schwierig ist, die einzelnen Störsituationen zu gewichten und in eine gegenseitige Beziehung zu bringen. Ohne eine derartige Vernetzung besteht aber das Ueberwachungssystem nur aus einer Vielzahl isolierter Ueberwachungen für einzelne Spulstellen.

Die durch die Analyse der genannten Parameter aufgearbeiteten Daten stehen zwar auf einem Bildschirm und/oder Drucker als Listen beziehungsweise Grafiken zur Verfügung, ihre Interpretation liegt aber im Ermessen und im Können der jeweiligen Bedienungsperson, so dass nicht sichergestellt ist, dass aus den gewonnenen Daten auch die richtigen Schlussfolgerungen gezogen werden.

Durch die Erfindung soll nun die Möglichkeit geschaffen werden, dass gewisse Schlussfolgerungen vom System selbst vorgenommen werden können, indem dieses bestimmte Regeln anwendet. Dadurch soll gewährleistet werden, dass einerseits aus gleichen Daten auch immer die gleichen Schlussfolgerungen gezogen, und dass andererseits auch komplexe Störsituationen eindeutig und sicher identifiziert werden. Die Arbeitsweise des Ueberwachungssystems soll also mit anderen Worten automatisiert und objektiviert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass:

- a) die Sollwerte durch das Verhalten eines statistisch vergleichbaren Kollektivs gebildet werden;
- b) zu Beginn eines jeden Ueberwachungsvorgangs für die einzelnen Sollwerte generalisierte Startgrössen verwendet werden; und
- c) die generalisierten Startgrössen während des Ablaufs der Ueberwachung in Absolutwerte umgewandelt werden.

Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemässen Systems werden die Sollwerte durch Verarbeitung der Daten aller Arbeitsstellen in Form von Mittelwerten der Einzelereignisse und des Kollektivs ständig aktualisiert und bilden die Kerndaten für einen automatischen Schlussfolgerungsprozess, wobei diese Sollwerte durch aus der Erfahrung bekannte und in das System einbaubare Sicherheitsabstände ergänzt werden, welche Warn-, Alarm- oder Abstellgrenzen für die an den einzelnen Arbeitsstellen beobachteten Ereignisse festlegen.

Somit werden beim erfindungsgemässen System gewisse Schlussfolgerungen durch dieses selbst vorgenommen, indem es einen Satz von Regeln anwendet. Die ständige Aktualisierung der Mittelwerte der Einzelereignisse und des Kollektivs und der fortwährende Vergleich derselben untereinander machen das System zu einem wissensbasierten Expertensystem mit Produktionsregeln. Im Verlauf des Schlussfolgerungsprozesses wird eine dynamische Wissensbank aufgebaut, deren Inhalt beispielsweise durch verbesserte Mittelwerte des Kollektivs nach längerem Betrieb oder durch Schlussfolgerungen aus Regeln gebildet wird.

Das erfindungsgemässe Ueberwachungssystem analysiert also die von den Messorganen gelieferten Signale zwecks Erkennung signifikanter Abweichungen von entsprechenden Sollwerten, wobei als Kriterium für allfällige Alarmzustände einerseits vom Benutzer stammende Eingabedaten und andererseits vom System selbst gebildete Erfahrungsdaten dienen.

Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemässen Systems ist dadurch gekennzeichnet, dass die Umwandlung der generalisierten Startgrössen in Absolutwerte aufgrund eines adaptiven Lernmechanismus erfolgt.

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert; es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der einzelnen Funktionsstufen eines erfindungsgemässen Ueberwachungssystems ACS,

Fig. 2 ein Schema der Aufteilung des Systemspeichers des Rechners des Systems von Fig. 1,

Fig. 3 ein Beispiel für die Datenbestände des ACS, und
Fig. 4,5 Flussdiagramme zur Funktionserläuterung.

Das Schema von Fig. 1 zeigt den Aufbau eines erfindungsgemässen Ueberwachungssystems für eine Vielzahl von Arbeitsstellen von Textilmaschinen, beispielsweise Spulmaschinen. Jede Spulmaschine besitzt eine Anzahl x von Spulstellen, von denen jede mit einem Messkopf MK zur Messung des Querschnitts eines laufenden Garns G ausgerüstet ist. Jeder Messkopf MK ist Teil eines elektronischen Garnreinigers und dient zur Erfassung von bestimmten Garnfehlern, insbesondere kurzen Dickstellen (sogenannter S-Kanal), langen Dickstellen (sogenannter L-Kanal) und Dünnstellen (sogenannter T-Kanal). Die Bezeichnungen S-, L- und T-Kanal sind von den Garnreinigungssystemen der Marke USTER der Zellweger Uster AG bekannt.

Die Signale aller Messköpfe MK₁₁ bis MK_{1x}, MK_{n1} bis MK_{nx} einer Spulmaschine sind je einer Maschinenstation MS₁ bzw. MS_n zugeführt, wie sie beispielsweise von Datensystemen der Marke USTER CONEDATA 200 (nachfolgend CODA 200 genannt) bekannt sind. Die Maschinenstationen MS liefern dem Benutzer Informationen über das Laufverhalten der Spulmaschinen und die Garnqualität, und zwar für jede einzelne Maschinenposition. Da die Maschinenstationen ausserdem mit eigener Eingabetastatur und LCD-Anzeige ausgerüstet sind, können Daten der angeschlossenen Spulmaschine direkt eingegeben, ausgewählt und angezeigt werden.

Die Daten aller Maschinenstationen MS gelangen über einen sogenannten TEXTBUS zu einem TEXTBUS-Adapter TA und von diesem zu einem Personal Computer PC, dessen Hardwareaufbau im wesentlichen demjenigen des in der EP-A-001 640 (Fig. 2 und 3) beschriebenen Speicherprogramm-Rechners entspricht, und welcher insbesondere einen Systemspeicher aufweist, dessen Aufteilung in Fig. 2 schematisch dargestellt ist.

Man erkennt in Fig. 2 von oben nach unten die folgende Software-Konfiguration innerhalb des Personal Computers PC: Speicherraum für das Betriebssystem BS, Speicherraum für das Datensystem CODA 200, Speicherraum für den sogenannten ACS-Manager, dann ein gemeinsamer Speicherraum für drei Programme ACS-Kern, ACS-Main und ACS-Init, und schliesslich nochmals Speicherraum für das Betriebssystem BS. Zu dem gemeinsamen Speicherraum für die erwähnten drei Programme sei noch erwähnt, dass diese drei Programme nie gleichzeitig aktiv sind, so dass alle den gleichen Speicherraum verwenden können, wodurch Speicherplatz gespart wird.

Das erfindungsgemässe Ueberwachungssystem besteht im wesentlichen aus den in Fig. 1 dargestellten Hardware-Komponenten und aus den aus Fig. 2 ersichtlichen Programmen, deren Zusammenwirken neue Möglichkeiten zur Erfassung von Störsituationen in Spulereien oder allgemein, in Textilbetrieben, eröffnet.

Es ist heute für den Betrieb einer Spulerei sehr wichtig, über objektive Informationen über das Laufverhalten der Spulmaschinen und die Garnqualität verfügen zu können, weil nur anhand dieser Informationen die notwendigen Kompromisse bei der Wahl zweckmässiger Einstellungen an Spulmaschinen und Garnreinigungsanlagen gefunden werden können. Diese Kompromisse sind aber erforderlich, um die einander teilweise widersprechenden Forderungen, wie Herstellung von Kreuzspulen mit guten Ablaufeigenschaften und hoher Fehlerfreiheit bei möglichst geringer Knotenzahl, Erreichen eines hohen Produktionsnutzeffekts, also einer hohen Leistung, und zuverlässiger Erfassung aller störenden Garnfehler, optimal erfüllen zu können.

Es müssen also Daten vorliegen, mit deren Hilfe optimale Betriebsbedingungen gefunden werden können, um die Voraussetzungen für eine hohe Wirtschaftlichkeit im Spulprozess zu schaffen. Eine wesentliche Voraussetzung für das Auffinden optimaler Betriebsbedingungen ist die exakte Erfassung und Identifikation von Störsituationen.

Wenn man vom Datensystem CODA ausgeht, so standen bisher die von diesem System aufgearbeiteten Daten auf einem Bildschirm und/oder Drucker als Listen beziehungsweise Grafiken zur Verfügung und mussten vom zuständigen Benutzer interpretiert werden. Mit dem vorgeschlagenen neuen System werden nunmehr gewisse Schlussfolgerungen vom System selbst vorgenommen, indem dieses gewisse Verfahrensschritte ausführt. Es werden die an den einzelnen Spindeln auftretenden Ereignisse fortlaufend statistisch ausgewertet und es stehen durch die Verarbeitung der Datenmenge aller Spindeln tätig aktualisierte Mittelwerte sowohl der Einzelspindeln als auch des Kollektivs als Ver gleichsgrössen zur Verfügung, welche die Kerndaten eines automatischen Schlussfolgerungsprozesses bilden. Aus der Erfahrung bekannte Sicherheitsabstände, wie beispielsweise x -mal die Standardabweichung als Statistikmass und/oder ein y %-iger Abstand als Toleranzmass werden vom Benutzer eingegeben und definieren Warn-, Alarm- oder Stoppgrenzen bezüglich der an den einzelnen Spindeln beobachteten Ereignisse.

Die Mittelwerte der Einzelereignisse und des Kollektivs werden vom System dauernd aktualisiert und fortlaufend untereinander verglichen. Somit verfügt das System über eine Wissensbank und ein automatisches Schlussfolgerungs-Verfahren. Im Verlauf des Schlussfolgerungsprozesses wird eine dynamische

Wissensbank aufgebaut, deren Inhalt beispielsweise durch verbesserte Mittelwerte des Kollektivs nach langem Betrieb und/oder durch Schlussfolgerungen aus Regeln gebildet sein kann.

Die in Fig. 2 verwendete Abkürzung ACS steht für Alarm Conditions Scanner; diese Bezeichnung wird später noch erklärt. Zuerst soll nun die Implementation des ACS, das heisst, das Zusammenspiel der vier Programme ACS-Manager, ACS-Kern, ACS-Init und ACS-Main erläutert werden:

Der ACS-Manager bildet die Basis für sämtliche Programme im Zusammenhang mit dem ACS und sämtliche Programme, welche mit dem ACS arbeiten, kommunizieren nur über ihn. Der ACS-Manager besorgt die folgenden acht Hauptaufgaben: ACS-Dämon, Verwaltung der internen Konstanten, Spulerei-Konfiguration inklusive Schicht- und Partiewechsel und Verwaltung diverser Tabellen (Fig. 3).

Der ACS-Dämon ist eine Unterfunktion des ACS-Managers. Er wird periodisch von CODA 200 aktiviert und stellt fest, ob seit dem letzten Aufruf des ACS-Kerns schon Delta t vergangen ist. Wenn ja, wird der ACS-Kern erneut aufgerufen. Die ACS-Kern-Hauptroutine ist im Flussdiagramm von Fig. 4 dargestellt. Das in diesem Flussdiagramm angegebene Unterprogramm "Schichtwechsel" bewirkt, dass sämtliche xalt und yalt in den aktuellen Tabellen auf Null zurückgesetzt werden. Das ebenfalls in Fig. 4 angegebene Unterprogramm "Zyklus" ist im Flussdiagramm von Fig. 5 dargestellt. Dieser Zyklus wird für alle Spulstellen und Kanäle einmal ausgeführt. Mit Alg(k) ist in Fig. 5 jeweils der Algorithmus des gültigen bzw. aktuellen Kanals, also eines der Unterprogramme "AN Zyklus", "RA Zyklus", "TP Zyklus" und Erfahrungszyklus" (Code-Tabellen 4 bis 7) bezeichnet. In den Flussdiagrammen und in den Code-Tabellen sind mit den Tabellenwerten immer diejenigen Werte gemeint, die für die jeweilige Spulstelle und den jeweiligen Kanal gelten; im Flussdiagramm von Fig. 5 unterstrichene Tabellenwerte sind Werte einer aktuellen Tabelle.

Der ACS-Kern beinhaltet nur die Algorithmen und die Alarmbearbeitung. Er hat keine statistischen Daten und bezieht sämtliches Daten-Material vom Manager. ACS-Init lädt die in Files abgespeicherten Tabellen in den ACS-Manager und dient zum Aufstarten des Systems.

ACS-Main ist dasjenige Programm, das der Benutzer von CODA 200 aus aufrufen kann, um Parameter abzuändern, aufgestaute Alarme anzusehen oder on-line Informationen zu beziehen.

Zu Beginn wird der ACS-Manager geladen. Damit dieser die benötigten Parameter erhält, ohne dass sie der Benutzer eintippen muss, wird der Manager mittels ACS-Init mit den Start-Parametern versorgt. ACS-Init seinerseits bezieht diese Parameter von einem File. Dann wird CODA 200 gestartet, das im folgenden das Hauptprogramm ist. Das heisst mit anderen Worten, dass andere Programme nur auf Veranlassung von CODA 200 gestartet werden, und dass nach Ablauf dieser Programme CODA 200 wieder die Kontrolle erhält.

CODA 200 versorgt nun den ACS-Manager sporadisch mit den neuen Spulerei-Daten und ruft periodisch den ACS-Dämon (Funktion des ACS-Manager) auf, welcher testet, ob die Zeit für einen Aufdatierungs- und Alarm-Zyklus angekommen ist (Aufdatierungs- und Alarm-Zyklus sind beide Teile von ACS-Kern). Wenn ja, dann wird vom ACS-Manager ACS-Kern gestartet und die erforderlichen Aktionen werden ausgeführt.

Die Programme ACS-Init, -Manager und -Kern laufen, von eventuellen Alarmmeldungen des ACS-Kern abgesehen, für den Benutzer unsichtbar ab. Der Benutzer kann jedoch von CODA 200 aus ACS-Main abrufen und dadurch die schon erwähnte Funktionen realisieren.

ACS ist ein System, durch welches gewisse Grössen in Abhängigkeit von anderen Grössen beobachtet und durch Ueberschreitungen von Schwellwerten Alarmzustände ermittelt werden, wobei diese Schwellwerte entweder vom Benutzer oder aus automatisch gebildeten Erfahrungswerten stammen. Eine Ueberwachungsart, das heisst die Betrachtung einer Grösse in Abhängigkeit von einer anderen Grösse, wird nachfolgend als Kanal bezeichnet. Es werden vorzugsweise die folgenden Kanäle verwendet, wobei selbstverständlich weitere Kanäle hinzugefügt oder bestehende weggelassen werden können (Splice bezeichnet ein Verbinden von Fadenenden, unabhängig von der Art der Verbindung, das heisst Knoten oder Splicing):

SPLICE = Anzahl der Splices seit dem letzten Konenwechsel

REDL = Anzahl der Rotlichter pro Zeiteinheit

SS = Stillstandszeit pro Splice

BBCH = Konenwechsel pro gespulter Garmlänge

DFFS = Kopswechsel pro gespulter Garmlänge

USPL = Spliceversuche pro geglücktem Splice

SCUTS = Anzahl S-Schnitte pro gespulter Garmlänge

LCUTS = Anzahl L-Schnitte pro gespulter Garmlänge

TCUTS = Anzahl T-Schnitte pro gespulter Garmlänge

Für jeden dieser Kanäle werden drei Alarmstufen festgelegt, welche je nach dem jeweiligen Kriterium verschiedene Aussagen zulassen. Es werden insgesamt drei verschiedene Kriterien verwendet, wobei jeder

Kanal nach genau einem dieser drei Kriterien untersucht wird. Die drei Kriterien sind: AN = Anzahl, RA = laufender Mittelwert und TP = Dreipunkt.

Damit aus Erfahrungswerten Alarm-Schwellen gebildet werden können, muss eine für eine Spulstelle und für einen Kanal repräsentative Referenzbasis vorhanden sein. Diese kann für eine bestimmte Spulstelle durch alle Spulstellen der gleichen Maschine oder durch alle Spulstellen mit der gleichen Garnidentifikation, das heisst mit der gleichen Garnpartie, gebildet sein. In der praktischen Ausführung existiert für jeden maschinenabhängigen Kanal für jede Maschine und für jeden garnabhängigen Kanal für jede Garnpartie eine separate Referenzbasis. Die Alarm-Schwellen sind Werte, die nicht überschritten werden dürfen, für gewisse Kanäle existieren zusätzlich zu diesem Maxima noch Minima, das sind Schwellen, die nicht unterschritten werden dürfen. Der ACS wird periodisch aktiviert und datiert während seiner Aktivität sämtliche Kanäle an sämtlichen Spulstellen auf und ermittelt allfällige Alarmzustände. Ein solches Aufdatieren heisst Scan-Zyklus.

Tabelle 1

Kanal	Beobachtete Variable	Unabhängige Variable	K	Ref Basis	Min.
REDL	Rotlichter	Zeit	RA	Masch.	nein
SS	Stillstandszeit	Splice	RA	Masch.	nein
BBCH	Konenwechsel	gesp.Länge	RA	Garn	nein
DFFS	Kopswechsel	gesp.Länge	RA	Garn	ja
USPL	Spliceversuche	geglückter Splice	TP	Garn	nein
SCUTS	S-Schnitte	gesp.Länge	TP	Garn	ja
LCUTS	L-Schnitte	gesp.Länge	TP	Garn	ja
TCUTS	T-Schnitte	gesp.Länge	TP	Garn	ja
SPLICE	Splices	--	AN	Garn	--
Klassierung der Kanäle					

30

In Fig. 3 sind die Datenbestände des ACS anhand eines konkreten Beispiel skizziert: Fig. 3a zeigt zwei Spulmaschinen M1 und M2 mit je vier Spulstellen 1.1 bis 1.4 bzw. 2.1 bis 2.4, an denen drei verschiedene Garnpartien G1 bis G3 umgespult werden. Fig. 3b zeigt die entsprechenden Zuordnungen zwischen Spulstellen x, Maschinen M(x) und Garnpartien G(x). Fig. 3c zeigt die aktuellen Tabellen, wie sie bei der Ueberwachung an den einzelnen Spulstellen x für die einzelnen Kanäle k gewonnen werden, und Fig. 3d zeigt die verwendeten Referenztabelle mit der Referenzbasis Maschine für die beiden Kanäle REDL und SS und die beiden Spulmaschinen M1 und M2 bzw. mit der Referenzbasis Garn für die drei Garnpartien G1 bis G3 und die restlichen 7 Kanäle.

Gemäss Fig. 3c existiert für jede Spulstelle eine Tabelle mit den aktuellen Werten. Diese Tabelle beinhaltet für jeden Kanal wiederum eine Tabelle der folgenden Form:

- status : Kanal an dieser Position eingeschaltet Ja/Nein
- x : Unabhängige Grösse (seit letztem Rücksetzen)
- y : Abhängige Grösse (seit letztem Rücksetzen)
- x_{tab}(1...3): Tabelle mit den x-Werten der einzelnen Alarmstufen
- y_{tab}(1...3): Tabelle mit den y-Werten der einzelnen Alarmstufen
- Dazu kommen noch Hilfwerte für die Aufdatierung:
- x_{alt} : Wert der unabhängigen Grösse zur Zeit T₀
- y_{alt} : Wert der abhängigen Grösse zur Zeit T₀

50

Tabelle 2: Tabelle TYP aktuell

Wie schon erwähnt wurde, existiert für jede Maschine und für jede Garnpartie eine eigene Referenzbasis. Für jede Referenzbasis existiert für jeden zugehörigen Kanal eine Tabelle gemäss Fig. 3d der folgenden Form:

- Lernen : Selbstlernen eingeschaltet?
- DatFix : Fix für die Aufdatierung
- ErfFix : Fix für die Erfahrungswertbildung

Alarm FixTab (1..3): Tabelle mit den Fixwerten für die Alarmstufen

Sigma : Sigma-Faktor beim Bilden der Schwellwerte

Marge : Marge in Prozent für Schwellwerte

Diese Daten müssen vom Benutzer eingegeben werden.

5 MinTab(1..3): Tabelle mit unteren Schwellwerten (falls nötig)

MaxTab(1..3): Tabelle mit oberen Schwellwerten

xerf : x- Wert für Erfahrungswertbildung

yerf : y- Wert für Erfahrungswertbildung

erf : Erfahrungswert

10

Tabelle 3: Tabelle TYP Referenz

Die Daten MinTab und MaxTab können vom Benutzer eingegeben oder vom ACS gebildet werden. Die
15 Werte xerf, yerf und erf werden vom ACS gebildet.

Damit die Algorithmen die richtigen Tabellenwerte erhalten, um arbeiten zu können, müssen die
Abbildungsfunktionen akt: Tabelle vom Typ aktuell und ref: Tabelle vom Typ Referenz existieren. (Das
nachfolgend verwendete Symbol ":= " stellt eine Zuweisung dar: "a:=b" heisst: a nimmt den Wert von b
an. Der Wert von b bleibt unverändert.)

20

akt: = HolAktuell (x, k)

HolAktuell weist der Tabelle akt die aktuellen Werte der Spulstelle x/Kanal k zu. Diese Funktion ist
25 einfach zu realisieren, da die Tabelle sämtlicher Werte als zweidimensionale Matrix mit den Dimensionen
Spulstelle und Kanal implementiert werden kann.

ref: = HolReferenz (x, k)

30

HolReferenz weist der Tabelle ref die Referenzwerte zu, welche für die Spulstelle x und den Kanal k
gelten. Diese Funktion ist komplizierter als HolAktuell. Als Quellen dienen die Tabellen MaschRefTab und
GarnRefTab. MaschRefTab ist eine zweidimensionale Tabelle über alle Maschinen und alle zur Maschine
gehörenden Kanäle, GarnRefTab ist eine zweidimensionale Tabelle für alle Garnpartien und alle zur
35 Garnpartie gehörenden Kanäle.

Bei der Beschreibung der Form der Tabelle vom Typ Referenz (Fig. 3d) wurde der Begriff Fix (DatFix,
ErfFix) verwendet. Ein Fix ist eine Marke für die unabhängige Variable x. Falls x einen gewissen Fix
überschreitet, wird eine entsprechende Aktion ausgelöst. Der DatFix und der ErfFix sind dazu da,
Rechenzeiten zu sparen, damit nicht bei jedem Scan-Zyklus aufwendige Berechnungen durchgeführt
40 werden müssen, die keine wesentlichen Änderungen bringen. Die Alarm-Fixes dienen zur Abstufung der
Alarmer.

Bei der Bildung der Erfahrungswerte ist eine Gewichtung der Vergangenheit gegenüber der Gegenwart
erforderlich, was mit Hilfe eines Vergangenheitsfaktors realisiert wird. Für jeden Kanal ist ein Vergangen-
heitsfaktor definiert, der für die ganze Spulerei gilt.

45 In Tabelle 1 sind in der Kolonne K die Kriterien RA, TP und AN angegeben, nach denen die einzelnen
Kanäle untersucht werden. Nachfolgend sollen nun die diese Kriterien bildenden Algorithmen beschrieben
werden, und zwar mit Pseudo-Codes, welche stark an die Programmiersprache Modula-2 angelehnt sind.
Bezüglich der in den Pseudo-Codes verwendeten Symbole seien noch folgende Bemerkungen vorausge-
schickt: Das Symbol ":= " (Zuweisung) wurde bereits erklärt. Klammern geben Indices von Tabellen an,
50 wenn ihr Inhalt unterstrichen ist; "a(i)" bezeichnet den i-ten Wert der Tabelle a. Text zwischen "(" und ")"
ist Kommentar, und Einrückungen sollen die Gültigkeitsbereiche von Kontrollstrukturen wie WENN x DANN
y SONST z ENDE WENN verdeutlichen. T0 bezeichnet den Zeitpunkt des dem aktuellen Scan-Zyklus
vorausgegangenen Zyklus und T1 den Zeitpunkt des aktuellen Scan-Zyklus.

Der Algorithmus AN Code-Tabelle 4 beobachtet keine Variable in Abhängigkeit einer anderen, sondern
55 summiert nur die Häufigkeit eines Ereignisses seit dem letzten Eintreten eines anderen Ereignisses. Das
heisst in der Praxis, dass AN nur an einem Kanal, und zwar am Kanal SPLICE, verwendet wird und dort die
Anzahl Splices pro Konus, d.h. seit dem letzten Konenwechsel zählt. Falls die Splices eine gewisse Zahl
überschreiten, dann wird ein Alarm ausgelöst.

PSEUDO-CODE AN Zyklus:

```

5  WIEDERHOLE FUER alle Spulstellen
    X := Spulstellen-Nummer (Position)
    WENN Kanal SPLICE an Position x eingeschaltet DANN
10  (****Aufdatieren****)
    galt:= Garnpartie, welche an x in TO gespult wurde
    gneu:= Garnpartie, welche an x in Tl gespult wird
15  salt:= Anzahl Splices an Position x zur Zeit TO
    sneu:= Anzahl Splices an Position x zur Zeit Tl
20  kalt:= Anzahl Konenwechsel an Position x zur Zeit TO
    kneu:= Anzahl Konenwechsel an Position x zur Zeit Tl
    WENN galt ungleich gneu DANN
25  (* Zwischen TO und Tl hat ein Garnpartiewechsel statt-*)
    (* gefunden, also Rücksetzen des bisherigen Splicestan*)
    (* des und Neusetzen von galt *)
30  splice_anzahl := 0
    galt           := gneu
35  ENDE WENN
    WENN kneu grösser kalt DANN
40  (* Zwischen TO und Tl hat ein Konenwechsel stattge- *)
    (* funden, deshalb wird der bisherige Splicestand *)
    (* rückgesetzt *)
45  splice_anzahl := 0
    SONST
    splice_anzahl := splice_anzahl + sneu - salt
50
55

```

ENDE WENN

(**** Alarmzustand ermitteln ****)

5 (* Ermitteln des Maximums aus Referenztablelle *)

max_splices := Maximum der Spliceanzahl an Garnpartie gneu

10 WENN splice-anzahl grösser max-splices DANN

Splice Alarm auslösen

ENDE WENN

15 ENDE WENN

ENDE WIEDERHOLE

20 Code-Tabelle 4

Die Algorithmen RA und TP werden im Unterschied zu AN für mehrere Kanäle verwendet. Hier wird der Pseudo-Code nicht für jeden Kanal angegeben, sondern es werden die in Tabelle 2 und 3 angegebenen Datenstrukturen verwendet.

25 Der Algorithmus RA Code-Tabelle 5 führt drei Wertepaare mit x- und y- Werten, deren x- Werte je um DatFix auseinanderliegen. Das aktuellste Wertepaar ist x_1/y_1 , das "älteste" x_3/y_3 . Ein xy- Wertepaar wird solange aufdatiert, bis x den Wert DatFix überschritten hat. Dieses Wertepaar wird dann auf das Intervall DatFix normiert und zum Wertepaar x_1/y_1 gemacht. Die alten Wertepaare x_1/y_1 und x_2/y_2 werden nach hinten verschoben, x_3/y_3 geht verloren. Nach einer Aufdatierung wird getestet, ob ein Alarm eingetreten ist, wobei die Alarmstufen definiert sind.

35 Alarmstufe 1 ist eine unmittelbare Ueberschreitung eines Grenzwerts (y_1 grösser max1 oder kleiner min1), Alarmstufe 2 stellt den gleitenden Durchschnitt dar ($(y_1 + y_2 + y_3$ grösser max2) oder ($y_1 + y_2 + y_3$ kleiner min2)), und Alarmstufe 3 stellt fest, ob ein deutlich falscher Trend vorherrscht ($(y_1 - y_3$ grösser max3) oder ($y_3 - y_1$ grösser min3)).

Die Schwellwerte der Stufen 1 und 3 müssen vom Benutzer vorgegeben werden, die Schwellwerte der Alarmstufe 2 können aus Erfahrung gelernt werden.

40

45

50

55

PSEUDO-CODE RA Zyklus

```
5  WIEDERHOLE FUER alle Spulstellen
    n := Spulstellen-Nummer
    k := Mit RA überwachter Kanal
10  (***** Aufdatieren *****)
    WENN status = eingeschaltet DANN
15  ref := HolReferenz (n, k)
    (* Holt Referenzbasis-Tabelle für n und k *)
    WENN RefArt(k) = Garn DANN
20  galt := Garnpartie, welche an n in TO gespult wurde
    gneu := Garnpartie, welche an n in T1 gespult wird
25  WENN galt ungleich gneu DANN
    (* Zwischen TO und T1 hat ein Garnpartiewechsel *)
    (* stattgefunden, also Rücksetzen des bisherigen *)
30  (* Splicestandes und Neusetzen von galt *)
35
40
45
50
55
```

```

x      := 0
y      := 0
5      ytab(1) := 0
      ytab(2) := 0
10     ytab(3) := 0
      galt   := gneu
      ENDE WENN
15     ENDE WENN
      xakt:= An Spulstelle n aktueller x-Wert seit Schichtbeginn
      yakt:= An Spulstelle n aktueller y-Wert seit Schichtbeginn
20     x    := x + xakt - xalt
      y    := y + yakt - yalt
25     xalt:= xakt
      yalt:= yakt
      SOLANGE x grösser DatFix WIEDERHOLE
30     (* Schieben und normierten neuen Wert bilden *)
      ytab(3) := ytab (2)
35     ytab(2) := ytab (1)
      ytab(1) := y/x . DatFix
      (* Aufdatieren der aktuellen Werte *)
40     x := x - DatFix
      y := y - ytab(1)
45     (* Aufdatieren der Referenzbasis *)
      xref := xref + DatFix
      yref := yref + ytab(1)
50     (***** Alarmzustände ermitteln *****)
55

```

```

WENN ytab(1) grösser MaxTab(1) ODER ytab(1) kleiner
MinTab(1) DANN
5      Alarm (Kanal k, Stufe 1)

      ENDE WENN

10     summe := ytab(1)+ytab(2)+ytab(3)
      WENN summe grösser MaxTab(2) ODER summe kleiner
      MinTab(2) DANN
15      Alarm (Kanal k, Stufe 2)

      ENDE WENN

20     diff := ytab(1) - ytab (3)
      WENN diff grösser MaxTab(3) ODER -diff grösser MinTab(3)
      DANN
25      Alarm (Kanal k, Stufe 3)

      ENDE WENN

      (* Minima nur bei Kanälen, wo gemäss Tabelle 1 nötig *)
30     ENDE SOLANGE

      ENDE WENN

35     ENDE WIEDERHOLE

```

Code-Tabelle 5

40 Der Algorithmus TP Code-Tabelle 6 hat im Unterschied zu RA drei identische Stufen, wobei die Zahl der Stufen keine übergeordnete Bedeutung hat, sondern durch die Symmetrie zu RA, welches definitionsgemäss über drei Alarmstufen verfügt, zustande kommt. Die drei Stufen von TP unterscheiden sich nur in einem Punkt, und zwar im Fix-Wert für x.

45 Ein xy-Paar wird so lange aufdatiert, bis x den AlarmFixTab-Wert seiner Stufe überschritten hat. Wenn der x Wert einer Alarmstufe seinen AlarmFixTab-Wert überschritten hat, so wird das xy-Paar auf diesen normiert und mit den Schwellwerten verglichen. Wird der Wert über- oder unterschritten, so wird ein Alarm ausgelöst. Nach Vergleichen des normierten xy- Paares wird dieses mit dem Vergangenheitsfaktor multipliziert, wobei nicht unterschieden wird, ob ein Alarmzustand ermittelt wurde oder nicht. Die Schwellwerte
50 jeder Alarmstufe können aus der Erfahrung gelernt werden.

55

PSEUDO-CODE TP Zyklus

5 WIEDERHOLE FUER alle Spulstellen

n := Spulstellen-Nummer

k := Mit TP überwachter Kanal

10 (***** Aufdatieren *****)

WENN status = eingeschaltet DANN

15 ref := HolReferenz (n, k)

WENN RefArt(k) = Garn DANN

galt := Garnpartie, welche an n in TO gespult wurde

20 gneu := Garnpartie, welche an n in Tl gespult wird

WENN galt ungleich gneu DANN

25 (* Zwischen TO und Tl hat ein Garnpartiewechsel *)

(* stattgefunden, also Rücksetzen der aktuellen *)

(* Grössen *)

30

35

40

45

50

55

```
x := 0
y := 0
5   WIEDERHOLE FUER Alarmstufen 1..3
      i      := Nummer der Alarmstufe
10   xtab(i) := 0
      ytab(i) := 0
      ENDE WIEDERHOLE
15   galt := gneu
      ENDE WENN
20   ENDE WENN
      xakt:= An Spulstelle n aktueller x-Wert seit Schichtbeginn
      yakt:= An Spulstelle n aktueller y-Wert seit Schichtbeginn
25   x      := x + xakt - xalt
      y      := y + yakt - yalt
      xalt:= xakt
30   yalt:= yakt
      WENN x grösser DatFix DANN
35   (* Diese Schranke ist dazu da, Rechenzeit zu sparen *)
      WIEDERHOLE FUER Alarmstufe 1..3
          i      := Nummer der Alarmstufe
40   xtab(i) := xtab(i) + x
          ytab(i) := ytab(i) + y
45   ENDE WIEDERHOLE
      (* Aufdatieren der Referenzbasis *)
      xref := xref + x
50   yref := yref + y
55
```

```

(* Nullen der Erfassung *)
x := 0
5 y := 0
(* ***** Alarmzustände ermitteln ***** *)
10 WIEDERHOLE FUER Alarmstufen 1..3
    i := Nummer der Alarmstufe
    (* Normieren für Alarmvergleich *)
15 w := ytab(i)/xtab(i). AlarmFixTab(i)
    WENN w grösser MaxTab(i) ODER w kleiner MinTab(i) DANN
20 Alarm (Kanal k, Stufe i)
    ENDE WENN
    (* Vergangenheitsfaktor *)
25 vfak := Vergangenheitsfaktor des Kanals k
    xtab(i) := vfak . xtab(i)
    ytab(i) := vfak . ytab(i)
30 ENDE WIEDERHOLEN
    ENDE WENN
35 ENDE WENN
ENDE WIEDERHOLE

```

40 Code-Tabelle 6

Ein wesentliches Merkmal des ACS ist der Selbstlern-Mechanismus, d.h. die Möglichkeit, Schwellwerte aus Erfahrungswerten zu bilden. Eine repräsentative Grundmenge mit statistischem Material ist in Form der Referenz-Basen vorhanden. Für jeden Kanal besteht, analog zur normalen Aufdatierung, je ein x- und ein y-Wert, welche dieselbe Bedeutung haben wie die Variablen in Tabelle 1. Anstatt nun diese Grössen pro Spulstelle zu erheben, werden sie von sämtlichen Spulstellen, welche dieser Referenzbasis zugeordnet sind, aufsummiert (siehe Algorithmen RA und TP).

Damit die statistische Aussage möglichst gesichert ist, wird nach jedem Scan-Zyklus jeder Kanal jeder Referenzbasis getestet, ob sein x- Wert den Fix-Wert der Erfassung überschritten hat. Wenn ja, dann wird ein neuer Erfahrungswert und ein neuer Schwellwert gebildet, wobei sich der neue Erfahrungswert aus einer Gewichtung der neuen Werte und des alten Erfahrungswertes zusammensetzt.

Voraussetzung für die Bildung eines Schwellwertes ist, dass das Eintreten eines Ereignisses der Poisson-Verteilung gehorcht. Diese wird aufgrund des Grenzwertes von de Moivre-Laplace durch eine Normal-Verteilung ersetzt. Wenn "Sigma" das Vertrauensintervall in Vielfachen der Standardabweichung, "Marge" die Marge in Prozenten durch 100 und "erf" einen durch Beobachtung ermittelten und gemäss den Erfordernissen normierten und gewichteten Erfahrungswert bezeichnet, dann ergibt sich für die Abweichung "abw" eines Schwellwertes vom Mittelwert folgender Ansatz:

abw := Sigma . Wurzel aus erf + Marge . erf

Min := erf - abw

Max := erf + abw

Das Flussdiagramm des Erfahrungszyklus ist in Code-Tabelle 7 dargestellt, wobei vfak den Vergangenheitsfaktor des aktuellen Kanals bezeichnet. Durch diesen Algorithmus werden in der Referenz-Tabelle ref für den Kanal k Minimum und Maximum berechnet.

```

10 PSEUDO-CODE Erfahrungszyklus
    WENN xref grösser ErfFix DANN
        (* Statistische Grundmenge genügend gross *)
15
        wert := yref / xref . ErfFix
        (* Lineare Extrapolation von yref ergibt wert/ErfFix = *)
20
        (* yref/xref, also Normierung von yref nach ErfFix *)

25
        vfak := Vergangenheitsfaktor des Kanals k
        xref := vfak . xref
        yref := vfak . yref
30
        (* Gewichtung der Vergangenheit *)

35
        WENN erf = 0 DANN
            (* Zu Beginn der Erfahrungswertbildung *)
            erf := wert
40
        SONST
            erf := vfak . erf + (1 - vfak) . wert
45
            (* Gewichtung alter/neuer Erfahrungswert *)
        ENDE WENN

```

50

55

WENN Lernen eingeschaltet DANN

WENN Alg(k) = RA DANN

5

(* Running-Average berechnet nur für Alarmstufe 2 *)

(* Schwellwerte aus Erfahrungswerten *)

10

(* Die Schwellwerte der Stufe 2 müssen auf das Drei- *)

(* fache von DatFix normiert sein *)

15

mittel := 3 . DatFix/ErfFix . erf

(* mittel ist der normierte Erfahrungswert *)

20

abw := WURZEL (mittel) . Sigma + mittel . Marge

25

MinTab(2) := mittel - abw

MaxTab(2) := mittel + abw

30

SONST

(* Three-Point berechnet für alle Alarmstufen *)

(* Schwellwerte aus Erfahrungswerten, wobei die *)

35

(* Schwellwerte der Alarmstufe i auf AlarmFixTab(i) *)

(* normiert sein müssen *)

40

WIEDERHOLE FUER Alarmstufe 1,2,3

i := Alarmstufe

45

mittel := AlarmFixTab(i)/ErfFix . erf

50

abw := WURZEL(mittel) . Sigma + mittel . Marge

55

MinTab(i) := mittel - abw

MaxTab(i) := mittel + abw

5 ENDE WIEDERHOLE

ENDE WENN

10 ENDE WENN

ENDE WENN

15 Code-Tabelle 7

Dass bei RA die Werte von Alarmstufe 2 auf das Dreifache von DatFix normiert sein müssen, hat seinen Grund darin, dass bei diesem Algorithmus nur die Schwellwerte der Alarmstufe 2 aus Erfahrung gelernt werden können. Entsprechend werden für den Test alle drei y -Werte summiert.

20

Ansprüche

- 25 1. System zur Ueberwachung einer Vielzahl von Arbeitsstellen von Textilmaschinen, mit den Arbeitsstellen zugeordneten Messorganen und mit Mitteln zur Auswertung der von den Messorganen gelieferten Signale, wobei bei der Auswertung charakteristische Parameter für die einzelnen Arbeitsstellen gewonnen und auf signifikante Abweichungen von entsprechenden Sollwerten analysiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass:
- 30 a) die Sollwerte durch das Verhalten eines statistisch vergleichbaren Kollektivs gebildet werden;
 b) zu Beginn eines jeden Ueberwachungsvorgangs für die einzelnen Sollwerte generalisierte Startgrößen verwendet werden; und
 c) die generalisierten Startgrößen während des Ablaufs der Ueberwachung in Absolutwerte umgewandelt werden.
- 35 2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sollwerte durch Verarbeitung der Daten aller Arbeitsstellen (x) in Form von Mittelwerten der Einzelereignisse und des Kollektivs ständig aktualisiert werden und die Kerndaten für einen automatischen Schlussfolgerungsprozess bilden, wobei diese Sollwerte durch aus der Erfahrung bekannte und in das System eingebare Sicherheitsabstände ergänzt werden, welche Warn-, Alarm- oder Abstellgrenzen für die an den einzelnen Arbeitsstellen beobachteten Ereignisse festlegen.
- 40 3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umwandlung der generalisierten Startgrößen in Absolutwerte aufgrund eines adaptiven Lernmechanismus erfolgt.
4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass für jede im folgenden als Kanal (k) bezeichnete Ueberwachungsart einer Größe in Abhängigkeit von einer anderen mehrere, vorzugsweise drei Alarmstufen festgelegt sind, und dass jeder Kanal nach einem von mehreren Kriterien untersucht wird.
- 45 5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Festlegung der Sollwerte für die einzelnen Arbeitsstellen (x) für jeden maschinenabhängigen Kanal pro Maschine und für jeden garnabhängigen Kanal pro Garnpartie eine separate Referenzbasis vorgesehen ist.
6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Arbeitsstelle (x) je eine Tabelle (AktTab) mit den aktuellen Messwerten für jeden Kanal und je eine Tabelle (GarnRefTab oder MaschRefTab) mit den Werten der Referenzbasis für die entsprechenden Kanäle zugeordnet ist.
- 50 7. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass für die Festlegung der Sollwerte ein Vergangenheitsfaktor festgelegt ist, anhand dessen eine Gewichtung der vergangenen Messwerte erfolgt.
8. System nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass den drei Alarmstufen die Bedeutungen: - Plötzliche starke Abweichung; deutliche Abweichung über längere Zeit; Ueberschreiten einer Schwelle durch den Gradienten - zugeordnet sind.
- 55 9. System nach den Ansprüchen 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Kanal (k) eine zu beobachtende Variable und eine unabhängige Variable, und dass der unabhängigen Variablen eine Marke zugeordnet ist, bei deren Ueberschreitung durch die Variable eine Aktion ausgelöst wird, und dass nach

jeder Aufdatierung aller Kanäle an allen Arbeitsstellen (x) untersucht wird, ob eine unabhängige Variable eines Kanals einer Referenzbasis ihre Marke überschritten hat.

10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass jede Ueberschreitung der genannten Marke durch eine unabhängige Variable die Bildung eines neuen Sollwerts auslöst, welcher sich aus einer Gewichtung der neuen Messwerte und des alten Sollwertes zusammensetzt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

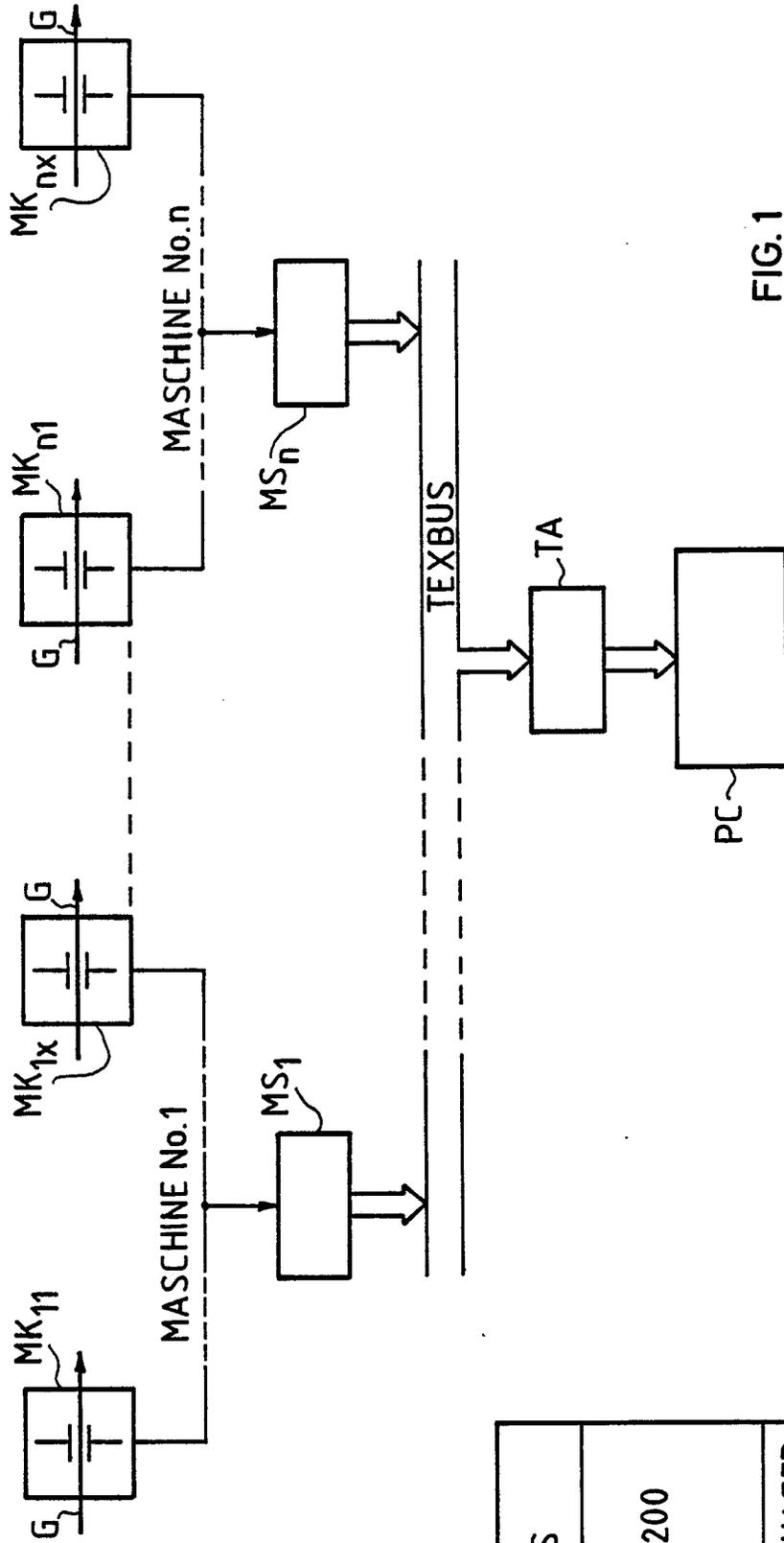


FIG.1

BS
CODA 200
ACS-MANAGER
ACS-KERN
ACS-MAIN
ACS-INIT
BS

FIG.2

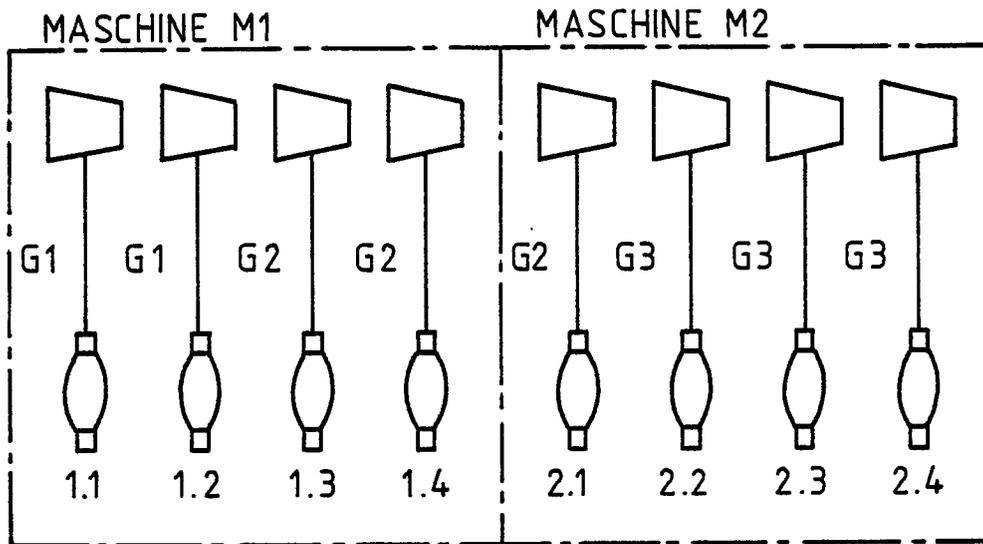


FIG. 3a

x	Masch(x)	Garn(x)
1.1	1	G1
1.2	1	G1
1.3	1	G2
1.4	1	G2
2.1	2	G2
2.2	2	G3
2.3	2	G3
2.4	2	G3

FIG. 3b

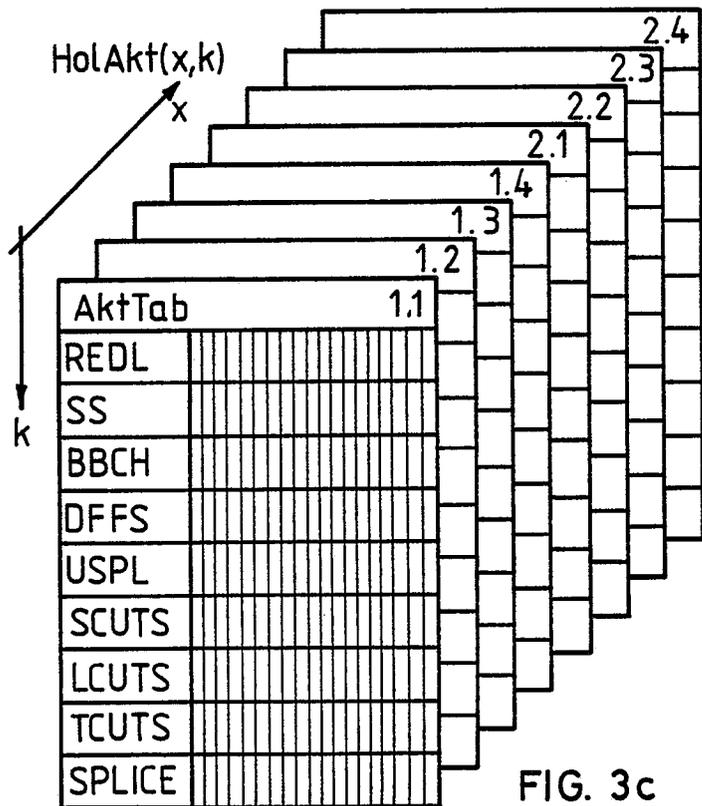


FIG. 3c

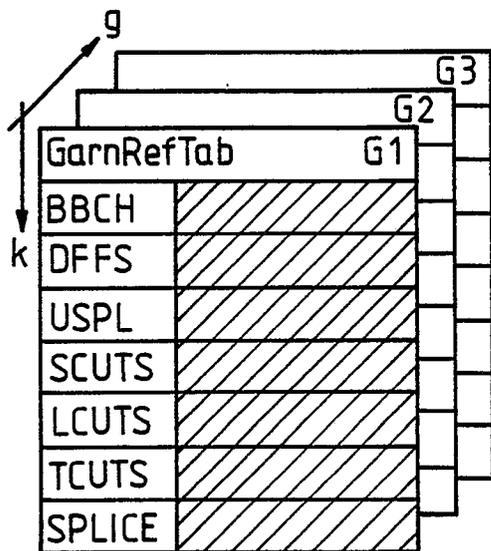
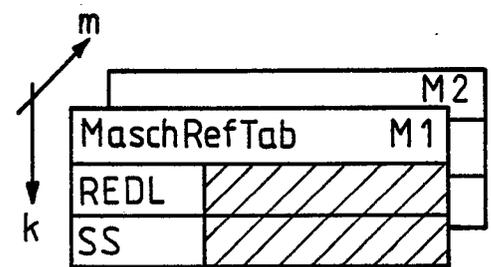


FIG. 3d



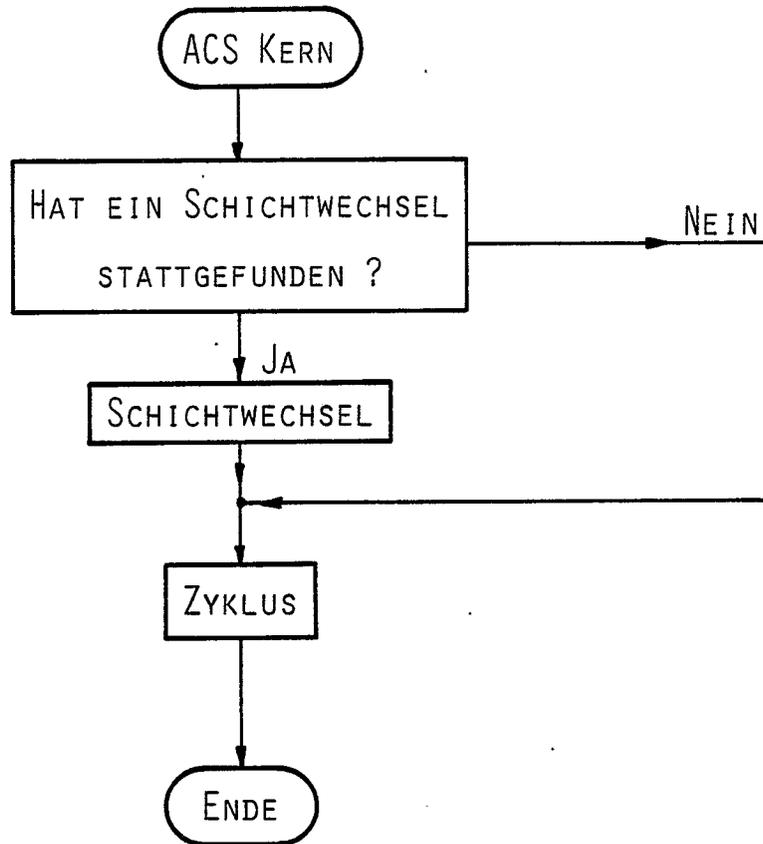


FIG. 4

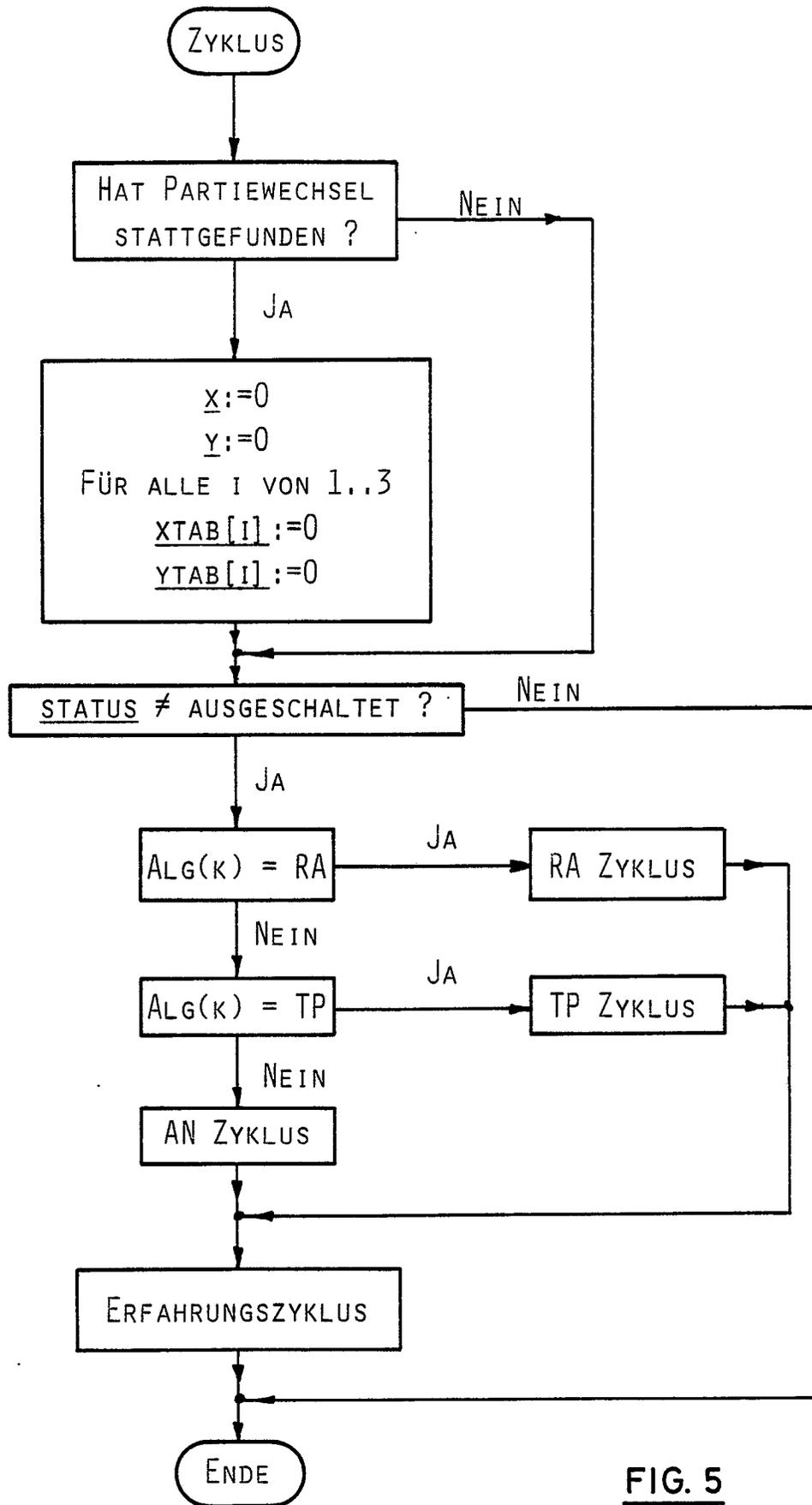


FIG. 5