



(10) **DE 10 2019 100 721 A1** 2019.07.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 100 721.6**

(22) Anmeldetag: **14.01.2019**

(43) Offenlegungstag: **25.07.2019**

(51) Int Cl.: **G08B 21/18** (2006.01)

**G01M 13/028** (2019.01)

**G01H 1/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**15/877,479**                      **23.01.2018**      **US**

(74) Vertreter:  
**SSM Sandmair Patentanwälte Rechtsanwalt  
Partnerschaft mbB, 81829 München, DE**

(71) Anmelder:  
**Computational Systems Inc., Knoxville, Tenn., US**

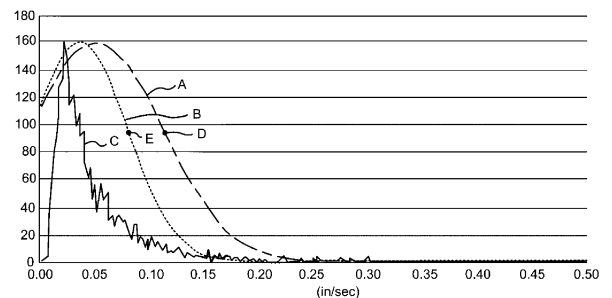
(72) Erfinder:  
**Hayzen, Anthony J., Knoxville, Tenn., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Schwingungsanalysesysteme und -verfahren**

(57) Zusammenfassung: Ein System, einen handgeführten Schwingungsüberwacher und ein Verfahren zum Einstellen von Schwingungsalarmen für Maschinen. Das System weist eine Schwingungsalarmvorrichtung mit einer Vielzahl von Schwingungsdateneingängen von einer Maschinengruppe, einen Speicher zum Speichern früherer Schwingungsdaten von der Maschinengruppe, einen Akkumulator zum Erzeugen durchschnittlicher Schwingungsdaten für die Maschinengruppe, einen Prozessor zum Auswählen einer Schwingungsalarmgrenze auf der Basis einer kumulativen Verteilungskurve der durchschnittlichen Schwingungsdaten und einen Warnalarm zum Alarmieren eines Benutzers auf, dass die Maschinenanlage die Schwingungsalarmgrenze erreicht hat, wenn Schwingungsdaten von einer Maschine in der Maschinengruppe die Schwingungsalarmgrenze erreichen.



## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die Offenbarung ist auf Systeme, Vorrichtungen und Verfahren zur Schwingungsanalyse gerichtet, die Alarmgrenzen für Geräte festlegen, die eine Reduzierung der physikalischen Überwachungstechniken ermöglichen.

### HINTERGRUND UND ZUSAMMENFASSUNG

**[0002]** Die Einstellung geeigneter Alarmpegel für skalare Schwingungsparameterdaten ist für die automatische Identifizierung möglicher Probleme wichtig, die entstehen, wenn Maschinen überwacht werden. Wenn zuverlässige Alarmwerte festgelegt werden, kann der Zeitumfang, den ein Schwingungsanalytiker damit verbringen muss, um Daten von Maschinen zu untersuchen, die keine betrieblichen Probleme aufweisen, erheblich verkürzt werden. Demzufolge wird der Schwingungsanalytiker in der Lage sein, seine wertvolle Zeit auf die Maschinen zu konzentrieren, bei denen potenzielle Probleme auftreten können. Dies ist besonders wichtig in Anbetracht der geringer werdenden Anzahl von kompetenten Schwingungsanalytikern, die für die Überwachung großer Maschinengruppen zur Verfügung stehen.

**[0003]** Es gibt mehrere statistische Verfahren zur Analyse von Trenddaten skalarer Schwingungsparameter, wobei das gängigste die Berechnung einer Standardabweichung ist. Das Problem bei diesem Ansatz ist, dass für eine zuverlässige oder sinnvolle Standardabweichung angenommen wird, dass die Daten eine normale oder Gaußsche Verteilung bilden. Die meisten skalaren Schwingungstrenddaten scheitern jedoch dabei, einer Normalverteilung zu folgen und sind daher, obwohl eine Standardabweichung anhand der Daten berechnet werden kann, keine zuverlässige Darstellung der Schwingungstrenddaten.

**[0004]** Ein Beispiel einer herkömmlichen Technik für Schwingungstrenddaten ist in **Fig. 1** dargestellt. **Fig. 1** veranschaulicht die vorhergesagten und tatsächlichen Schwingungsgeschwindigkeitsdaten des Motors in Zoll pro Sekunde (in/sec) für einen Motor einer Maschine. **Fig. 1** zeigt die Diskrepanz zwischen der tatsächlichen skalaren Schwingungsdatenverteilung (Kurve C) für eine typische Maschine und wie eine Normalverteilungs- (Kurve A) und eine logarithmische Normalverteilungskurve (Kurve B) mit der gleichen Standardverteilung aussehen würden.

**[0005]** In **Fig. 1** hat die Kurve A die gleiche mittlere und Standardabweichung wie die, die aus Rohdaten berechnet wurde. So hat zum Beispiel der Punkt D auf der Kurve A einen berechneten Mittelwert von 0,0512 in/sec und eine berechnete Standardabweichung

von 0,0615 in/sec. Punkt D auf Kurve A hat eine mittlere Plus-Standardabweichung von 0,113 in/sec. Die Normalverteilung der Kurve A ist aufgrund einer Anzahl von sehr großen Messwerten ( $\sim 23$  in/sec) in der Verteilungskurve sehr breit. Die großen Werte können aufgrund der Betriebsumgebung reale Werte oder „schlechte“ Messungen sein. Demzufolge ist es unwahrscheinlich, dass die Standardabweichung eine genaue Darstellung der Messwerte ist. „Schlechte“ Messwerte können mittels der Normalverteilungskurve schwer zu erkennen sein. Die Kurve A unterscheidet sich stark von der Kurve C, wobei damit die mittlere und Standardabweichung die tatsächlichen Daten nicht sinnvoll darstellen.

**[0006]** Ebenso stellt eine logarithmische Normalverteilungskurve (Kurve B) die tatsächlichen Daten noch nicht sehr gut dar. Die logarithmische Normalverteilungskurve (Kurve B) minimiert die Auswirkungen großer Messwerte, indem sie den Logarithmus der Messwerte zur Berechnung von mittlerer und Standardabweichung verwendet. Durch Verwendung dieses Verfahrens werden große Messwerte minimiert. So hat zum Beispiel die Kurve B einen berechneten Mittelwert von 0,0362 in/sec und eine berechnete Standardabweichung von 0,046 in/sec. Punkt E auf Kurve B hat einen logarithmischen Mittelwert plus Standardabweichung von 0,079 in/sec.

**[0007]** Es gibt zwei Messgrößen dafür, wie gut eine Normalverteilung die tatsächlichen Daten darstellt. Sie sind: Schiefe, die ein Maß für die Symmetrie, oder genauer gesagt, den Mangel an Symmetrie ist. Eine Verteilung oder ein Datensatz ist symmetrisch, wenn er links und rechts vom Mittelpunkt gleich aussieht. Die Schiefe für eine Normalverteilung ist Null.

**[0008]** Die andere Messgröße ist die Wölbung, die ein Maß dafür ist, ob die Daten relativ zu einer Normalverteilung stark einseitig oder leicht einseitig sind. Die Wölbung für eine Standardnormalverteilung ist Null. Positive Wölbung kennzeichnet eine „stark einseitige“ Verteilung und negative Wölbung eine „leicht einseitige“ Verteilung.

**[0009]** Wie in **Fig. 1** zu sehen ist, sind weder die Schiefe noch die Wölbung nahe Null; d.h. für Kurve A - Schiefe = 7,06 und Wölbung = 100,4 und für Kurve B - Schiefe = 0,36 und Wölbung = 0,38. Schiefe und Wölbung sind nützlich, um zu ermitteln, ob die mittleren und Standardabweichungen eine zuverlässige oder sinnvolle Darstellung der zu bewertenden Daten sind oder nicht. Im Allgemeinen werden Schwingungsdaten durch Schiefe und Wölbung nicht gut dargestellt, wie die Kurven in **Fig. 1** zeigen. Demzufolge bleibt ein Bedarf an einem zuverlässigeren System und Verfahren zum Einstellen von Alarmgrenzpegeln für Schwingungsdaten für Maschinenanlagen.

**[0010]** In Anbetracht des Vorhergehenden stellt ein Ausführungsbeispiel der Offenbarung ein System zum Einstellen von Schwingungsalarmlen für Maschinenanlagen zur Verfügung. Das System weist eine Schwingungsalarmlvorrichtung mit einer Vielzahl von Schwingungsdateneingängen von einer Maschinengruppe, einen Speicher zum Speichern früherer Schwingungsdaten von der Maschinengruppe, einen Akkumulator zum Erzeugen durchschnittlicher Schwingungsdaten für die Maschinengruppe, einen Prozessor zum Auswählen einer Schwingungsalarmlgrenze auf der Basis einer kumulativen Verteilungskurve der durchschnittlichen Schwingungsdaten und einen Warnalarm zum Alarmieren eines Benutzers auf, dass die Maschinenanlage die Schwingungsalarmlgrenze erreicht hat, wenn Schwingungsdaten von einer Maschine in der Maschinengruppe die Schwingungsalarmlgrenze erreichen.

**[0011]** Ein Ausführungsbeispiel der Offenbarung stellt einen handgeführten Schwingungsüberwacher zur Verfügung. Der Schwingungsüberwacher hat eine Dateneingabevorrichtung zum Eingeben von Schwingungsdaten in eine zentrale Verarbeitungseinheit von einer Maschinengruppe. Die zentrale Verarbeitungseinheit verfügt über ein Schwingungsdatenspeichermodul zum Speichern der Schwingungsdaten, einen Datenprozessor zum Erzeugen einer kumulativen Verteilungskurve anhand der Schwingungsdaten und einen Ausgang, um eine Alarmlgrenze zur Verfügung zu stellen. Ein Alarm wird zur Verfügung gestellt, um einen Benutzer zu alarmieren, wenn die Alarmlgrenze von einer oder mehreren Maschinen in der Maschinengruppe erreicht wird.

**[0012]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Offenbarung stellt ein Verfahren zur Überwachung von Schwingungen an einer Gruppe von Maschinen zur Verfügung. Das Verfahren weist das Bereitstellen eines Systems zum Einstellen von Schwingungsalarmlen für jede der Maschinen in der Gruppe der Maschinen auf. Das System weist eine Schwingungsalarmlvorrichtung mit einer Vielzahl von Schwingungsdateneingängen von einer Maschinengruppe, einen Speicher zum Speichern früherer Schwingungsdaten von der Maschinengruppe, einen Akkumulator zum Erzeugen durchschnittlicher Schwingungsdaten für die Maschinengruppe, einen Prozessor zum Auswählen einer Schwingungsalarmlgrenze auf der Basis einer kumulativen Verteilungskurve der durchschnittlichen Schwingungsdaten und einen Warnalarm zum Alarmieren eines Benutzers auf, dass die Maschinenanlage die Schwingungsalarmlgrenze erreicht hat, wenn Schwingungsdaten von einer Maschine in der Gruppe von Maschinen die Schwingungsalarmlgrenze erreichen. Ein Benutzer kann die Schwingungsalarmlgrenze akzeptieren oder eine neue Schwingungsalarmlgrenze auswählen. Die Daten werden dann von einer Maschine in das Sys-

tem eingegeben, um zu bestimmen, ob die Schwingungsalarmlgrenze erreicht ist.

**[0013]** Einige Ausführungsbeispiele der Offenbarung stellen eine Maschinengruppe zur Verfügung, die Maschinen ähnlichen Typs, mit ähnlicher Größe, die sich in ähnlichen Umgebungen befinden und ähnliche Funktionen durchführen enthält.

**[0014]** Weitere Ausführungsbeispiele der Offenbarung sehen vor, dass der Akkumulator ein Computer zum Erzeugen von durchschnittlichen Schwingungsdaten ist.

**[0015]** Noch weitere Ausführungsbeispiele der Offenbarung sehen vor, dass der Warnalarm eine akustische Alarmlvorrichtung ist. Andere Ausführungsbeispiele der Offenbarung sehen vor, dass der Warnalarm eine visuelle Alarmanzeige ist.

**[0016]** In einigen Ausführungsbeispielen der Offenbarung ist das System ein tragbarer Schwingungsüberwacher. In weiteren Ausführungsformen der Offenbarung werden Schwingungsdaten von einem an der Maschine angebrachten Sensor eingegeben.

**[0017]** Weitere Ausführungsbeispiele der Offenbarung sehen vor, dass die Schwingungsalarmlgrenze aus einer oder mehreren von Hinweissalarmlgrenze, Warnalarmlgrenze und/oder Gefahrenalarmlgrenze ausgewählt wird.

**[0018]** In noch weiteren Ausführungsbeispielen ist der Prozessor eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (Application Specific Integrated Circuit - ASIC).

**[0019]** Ein Vorteil der hierin beschriebenen Systeme und Verfahren besteht darin, dass zuverlässigere Alarmlgrenzen festgelegt werden können, die die tatsächlichen Schwingungseigenschaften der Maschine genauer widerspiegeln als es mit den Kurvenanpassungsverfahren nach dem Stand der Technik erreicht werden kann.

#### Figurenliste

**[0020]** Weitere Merkmale und Vorteile der offenbarten Ausführungsbeispiele können durch Bezug auf die beigefügten Zeichnungen in Kombination mit der folgenden Offenbarung von exemplarischen Ausführungsbeispielen offensichtlich werden, wobei:

**Fig. 1** eine grafische Darstellung tatsächlicher Schwingungsdaten gegenüber den normalen und logarithmischen Normalschwingungsverteilungskurven nach dem Stand der Technik ist,

**Fig. 2** eine grafische Darstellung einer kumulativen Verteilungskurve entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Offenbarung ist;

**Fig. 3** eine schematische Darstellung eines Schwingungsanalysesystems entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Offenbarung ist und

**Fig. 4** ein Blockablaufdiagramm eines Verfahrens zum Einstellen von Alarmgrenzen entsprechend der Offenbarung ist.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER EXEMPLARISCHEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

**[0021]** Angesichts der Probleme mit herkömmlichen Techniken, die zur Einstellung von Alarmgrenzen für Maschinen verwendet werden, ist es ein zuverlässigerer Ansatz, eine kumulative Verteilung zu verwenden, die nicht von einer beliebigen bestimmten Art von Verteilung abhängig ist. Mittels einer kumulativen Verteilung ist man in der Lage, Alarmgrenzpegel genauer festzulegen.

**[0022]** Ein entscheidender Faktor bei der statistischen Bewertung und Einstellung von Alarmgrenzpegeln ist die gemeinsame Gruppierung der Daten verschiedener Maschinen, um einem ausreichend großen Datensatz für die statistische Analyse zu schaffen. Die Gruppierung von Maschinen beinhaltet die Identifizierung von „ähnlichen“ Maschinen wie Motoren, Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren usw., die gemeinsame Merkmale aufweisen. Die „ähnlichen“ Maschinen werden durch weitere Parameter wie Größe, Maschinenleistung, Drehzahl, industrielle Nutzung, Umgebungsbedingungen, Alter und dergleichen weiter getrennt. Ein weiterer Ansatz ist die statistische Festlegung von Alarmgrenzpegeln für einzelne Maschinen. Es gibt jedoch oft nicht genügend Daten für eine Maschine oder eine bestimmte Maschine kann in einwandfreiem Arbeitszustand sein, wobei man daher zum Beispiel keinen Gefahrenalarmpegel statistisch festlegen kann, weil es keine Daten gibt, die diesen Zustand darstellen. In der Praxis kann eine Kombination aus Maschinengruppierung und statistischer Festlegung von Alarmgrenzen die besten Ergebnisse bei der Einstellung verschiedener Alarmgrenzen liefern.

**[0023]** Eine kumulative Verteilungskurve stellt den kumulativen Prozentsatz der Messungen für einen gegebenen Wert (Y-Achse) als eine Funktion der gemessenen Werte (X-Achse) dar. Die Gesamtzahl der Messungen entspricht 100%. Die kumulative Verteilungsfunktion einer echtwertigen Zufallsvariablen  $X$  ist die Funktion, die durch  $F(X)(x) = P(X \leq x)$  angegeben ist, wobei die rechte Seite die Wahrscheinlichkeit darstellt, dass die Zufallsvariable  $X$  einen Wert kleiner oder gleich  $x$  annimmt. Die Wahrscheinlichkeit, dass  $X$  im halbgeschlossenen Intervall  $(a, b)$  liegt, wobei  $a < b$ , ist daher  $P(a < X \leq b) = F_X(b) - F_X(a)$ .

**[0024]** **Fig. 2** ist eine grafische Darstellung einer kumulativen Verteilungskurve  $F$  entsprechend einem

Ausführungsbeispiel der Offenbarung. **Fig. 2** zeigt die kumulative Verteilung der gesamten Schwingungswerte in in/sec für 3195 Messungen an der axialen Sensorposition für eine Gruppe von Motoren, die gemeinsame Eigenschaften haben. Alarmgrenzpegel werden auf Werte eingestellt, die auf dem Prozentsatz der Messungen und dadurch dem Prozentsatz der Motoren basieren, die sich zu einer beliebigen gegebenen Zeit in diesem Alarmzustand befinden könnten. Demzufolge wird in **Fig. 2** der Alarmgrenzpegel „Gefahr“ auf 99% eingestellt (d.h. 1% der Messungen liegen über diesem Wert), was einem gesamten Schwingungspegel von 0,3 in/sec entspricht (Punkt **G** auf Kurve **F**). Eine Alarmgrenze „Warnung“ wird auf 97% eingestellt, was einem gesamten Schwingungspegel von 0,18 in/sec entspricht (Punkt **H** auf Kurve **F**). Ein Alarmgrenzpegel „Hinweis“ wird auf 84% eingestellt, was 0,08 in/sec entspricht (Punkt **I** auf Kurve **F**). Die Hälfte der gemessenen Werte liegt bei 0,036 in/sec (Punkt **J** auf Kurve **F**), was dem durchschnittlichen Medianwert der Schwingungsdaten entspricht. Im Vergleich dazu beträgt ein Normalverteilungsdurchschnitt der Daten 0,051 in/sec, wobei eine mittlere Normalverteilung plus Standardabweichung 0,113 in/sec und eine mittlere logarithmische Normalverteilung plus Standardabweichung 9,079 in/sec beträgt. Damit unterscheiden sich die mittleren und Standardabweichungen deutlich von den durch die kumulative Verteilungskurve **F** bestimmten Alarmpegel.

**[0025]** Ein System **100** zum Einstellen von Alarmgrenzen von Schwingungssensoren **110** von einer Gruppe von Maschinen **112** mit kumulativen Verteilungen entsprechend der Offenbarung ist in **Fig. 3** schematisch dargestellt. Das System **100** weist einen Analog-Digital-Wandler (ADC) **114** zum Umwandeln der Schwingungsdaten in eine digitale Eingabe, einen Prozessor **116** zum Verarbeiten der Eingabe von Schwingungsdaten vom ADC **114** und zum Speichern der Daten in einem Datenspeicher oder einer Speichervorrichtung **118** auf. Die eingegebenen Schwingungsdaten und die gespeicherten Daten werden dann mittels einer kumulativen Verteilungsfunktion bewertet, um Alarmpegel wie Alarm 1 (**120**), Alarm 2 (**122**) und Alarm 3 (**124**) zur Verfügung zu stellen und zu aktualisieren. Das System **100** kann ein tragbarer oder handgeführter Schwingungsüberwacher, ein tragbarer Computer oder ein Desktop- oder Großrechner sein. Es wird eine optische und/oder akustische Anzeige **126** in dem System zur Verfügung gestellt, um den Benutzer über Änderungen der Alarmgrenzen zu informieren.

**[0026]** Ein Verfahren **200** zum Einstellen von Alarmgrenzen mittels kumulativer Verteilungen ist im Blockdiagramm in **Fig. 4** veranschaulicht. Als ein anfänglicher Schritt **210** wird ein Schwingungsanalysesystem einer kumulativen Verteilung auf dem handgeführten Gerät, Laptop, Desktop- oder Großrechner

**100** installiert. Im Schritt **212** wird im Speicher **118** des Computers **100** eine Datenbank über Schwingungsdaten erstellt, um Daten von einer Gruppe von Maschinen aufzunehmen. Als nächstes wird im Schritt **214** eine virtuelle Darstellung jeder Maschine im Computerspeicher **118** erstellt, um den Standort und den Typ der Maschine und der Überwachungs- vorrichtungen und die Standorte von jeder Maschine zu zeigen. Ähnlich dazu werden im Schritt **216** im Computerspeicher **118** Alarm-Untersystemeigenschaften erstellt. Im Schritt **218** werden Gruppen von „ähnlichen“ Maschinen definiert, um Schwingungsdaten in Datensätze zur Analyse zu trennen, so dass die resultierende Analyse für alle Maschinen in der Gruppe von „ähnlichen“ Maschinen relevant ist.

**[0027]** Sobald die Maschinengruppierungen und Alarm-Untersystemeigenschaften erstellt sind, wird das Untersystem der Schwingungsalarmgrenze im Schritt **220** gestartet. Schwingungsdaten werden im Schritt **222** von einer tragbaren Schwingungsüberwachungsvorrichtung (Schritt **222**) und/oder von Online- oder kontinuierlichen Schwingungsüberwachungen (Schritt **224**) gesammelt und in das Schwingungsanalyse- system **200** eingegeben und in der Datenbank des Systems aufgezeichnet (Schritt **226**). Datenspitzen in den gesammelten Daten werden mittels eines Untersystemverfahrens zur Spitzenerfassung im Schritt **228** markiert, der außerdem statistisch bestimmt, ob die Spitzen bleiben oder aus den Daten entfernt werden sollten. Das System läuft kontinuierlich im Hintergrund und erstellt kumulative Verteilungen für jeden Schwingungsparameter-Datensatz, wenn in Schritt **226** neue Schwingungsdaten aufgezeichnet und in das System eingegeben werden.

**[0028]** Eine „Datenspitze“ ist als eine Änderung eines Messwertes definiert, der aufgrund einer Änderungsrate anhand früherer Werte, der unterschiedlichen Größenordnung anhand früherer Werte oder beidem unverhältnismäßig ist. Typischerweise ist die „Spitze“ von kurzer Dauer und erscheint als sehr scharfe positive oder negative Auslenkung auf einem verarbeiteten Datenplan.

**[0029]** Rohschwingungsdaten, die von Schwingungsüberwachern gesammelt werden, können einer Vielzahl von Störungseingaben ausgesetzt sein, die sich als Spitzen in den verarbeiteten Daten manifestieren können. Diese Störungseingaben können durch mangelhafte Verdrahtungsinstallation, schlechte Kabel zu Schwingungssensoren, statische elektrische Entladungen, elektromagnetische Aufnahme von externen Quellen wie einem geräuschvollen Elektromotor oder einer anderen Quelle elektromagnetischer Strahlung entstehen. Es könnte auch andere Störungsquellen geben, die Spitzen in den eingegebenen Schwingungsdaten erzeugen.

**[0030]** Es ist anzumerken, dass einige Spitzen in den verarbeiteten Daten legitime Änderungen der Schwingungspegel oder des Oberwellenanteils aufgrund einer Art von Fehler bei der Überwachung der Maschine **112** sein können. Im Allgemeinen gibt es meistens andere Anzeichen (wie etwa ein stetiger Anstieg der Trendwerte), dass sich etwas im Verhalten der Maschine **112** ändert.

**[0031]** Spitzen in Echtzeit oder frühere Schwingungsdaten können dazu führen, dass Fehlalarme ausgelöst werden. Wenn umgekehrt frühere Daten verwendet werden, um Alarmgrenzen einzustellen, können Spitzen in den Daten zu Alarmgrenzen führen, die zu locker sind, was dazu führen kann, dass Probleme verpasst werden oder zu spät auf Probleme aufmerksam gemacht wird.

**[0032]** Um die Auswirkungen von Datenspitzen zu reduzieren, wurde ein Algorithmus zum Erfassen der Spitzen entwickelt. Sobald die Spitzen erfasst sind, können sie im Schritt **228** vorübergehend oder dauerhaft aus dem Datensatz entfernt werden.

**[0033]** Schritt **230** des Prozesses stellt ein Alarmgrenzenuntersystem zur Verfügung, das ein unterbrechnungsgesteuertes Modell verwendet, um alle Trenddatenparameterwerte zu scannen und entsprechend „ähnlichen“ Maschinen zu gruppieren, so dass neue Alarmgrenzen für jede Maschinengruppierung statistisch bewertet werden können. Mittels kumulativer Verteilungen, wie vorhergehend beschrieben, bewertet das System die Alarmgrenzpegel auf der Basis von definierten Prozentanteilen für jeden Datensatz („ähnliche“ Maschinen) und für jeden Schwingungsparametertyp, der für ähnliche Maschinen aufgezeichnet wird. Typische Alarmgrenzen weisen wenigstens drei Alarmpegel auf, z.B. 84% für einen Hinweispegelalarm, 97% für einen Warnpegelalarm und 99% für einen Gefahrenpegelalarm.

**[0034]** Im Schritt **232** benachrichtigt das in Schritt **230** zur Verfügung gestellte Alarmgrenzenuntersystem einen Benutzer automatisch entweder visuell oder akustisch oder sowohl visuell als auch akustisch, wenn das System für die Maschinengruppe neue Alarmgrenzpegel festlegt. Im Schritt **234** kann der Benutzer entweder automatisch die neuen Alarmgrenzen akzeptieren oder selektiv wählen, welche neuen Alarmgrenzen akzeptiert werden.

**[0035]** Es ist beabsichtigt und wird für den Fachmann anhand der vorhergehenden Beschreibung und der beigefügten Zeichnungen deutlich, dass Modifikationen und Änderungen in den Ausführungsbeispielen der Offenbarung vorgenommen werden können. Demzufolge ist es ausdrücklich beabsichtigt, dass die vorstehende Beschreibung und die beigefügten Zeichnungen nur exemplarische Ausführungsbeispiele veranschaulichen, nicht einschränkend sind

und dass der wahre Geist und Umfang der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die beigefügten Ansprüche bestimmt wird.

### Patentansprüche

1. System zum Einstellen von Schwingungsalarmen für Maschinenanlagen, wobei das System umfasst:

eine Schwingungsalarmvorrichtung mit einer Vielzahl von Schwingungsdateneingängen von einer Maschinengruppe, einen Speicher zum Speichern früherer Schwingungsdaten von der Maschinengruppe, einen Akkumulator zum Erzeugen durchschnittlicher Schwingungsdaten für die Maschinengruppe, einen Prozessor zum Auswählen einer Schwingungsalarmgrenze auf der Basis einer kumulativen Verteilungskurve der durchschnittlichen Schwingungsdaten und einen Warnalarm zum Alarmieren eines Benutzers, dass die Maschinenanlage die Schwingungsalarmgrenze erreicht hat, wenn Schwingungsdaten von einer Maschine in der Maschinengruppe die Schwingungsalarmgrenze erreichen.

2. System nach Anspruch 1, wobei eine Maschinengruppe Maschinen vom ähnlichen Typ, mit ähnlicher Größe, die sich in ähnlichen Umgebungen befinden und ähnliche Funktionen ausführen umfasst.

3. System nach Anspruch 1, wobei der Akkumulator einen Computer zum Erzeugen von durchschnittlichen Schwingungsdaten umfasst.

4. System nach Anspruch 1, wobei der Warnalarm eine akustische Alarmvorrichtung umfasst.

5. System nach Anspruch 1, wobei der Warnalarm eine visuelle Alarmanzeige umfasst.

6. System nach Anspruch 1, wobei das System einen tragbare Schwingungsüberwacher umfasst.

7. System nach Anspruch 1, wobei die Schwingungsalarmgrenze aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer oder mehreren einer Hinweissalarmgrenze, einer Warnalarmgrenze und/oder einer Gefahrenalarmgrenze besteht.

8. System nach Anspruch 1, wobei der Prozessor eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (Application Specific Integrated Circuit - ASIC) umfasst.

9. Handgeführter Schwingungsüberwacher, der umfasst:

eine Schwingungsdateneingabevorrichtung zum Eingeben von Schwingungsdaten in eine zentrale Verarbeitungseinheit von einer Maschinengruppe, wobei die zentrale Verarbeitungseinheit ein Schwingungsdatenspeichermodul zum Speichern der Schwin-

gungsdaten, einen Datenprozessor zum Erzeugen einer kumulativen Verteilungskurve aus den Schwingungsdaten und einen Ausgang zum Bereitstellen einer Alarmgrenze hat; und einen Alarm zum Alarmieren eines Benutzers, wenn die Alarmgrenze von einer oder mehreren Maschinen in der Maschinengruppe erreicht wird.

10. Handgeführter Schwingungsüberwacher nach Anspruch 9, wobei eine Maschinengruppe Maschinen vom ähnlichen Typ, mit ähnlicher Größe, die sich in ähnlichen Umgebungen befinden und ähnliche Funktionen durchführen umfasst.

11. Handgeführter Schwingungsüberwacher nach Anspruch 9, wobei der Alarm eine akustische Alarmvorrichtung umfasst.

12. Handgeführter Schwingungsüberwacher nach Anspruch 9, wobei der Alarm eine visuelle Alarmanzeige umfasst.

13. Handgeführter Schwingungsüberwacher nach Anspruch 9, wobei die Schwingungsalarmgrenze aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer oder mehreren einer Hinweissalarmgrenze, einer Warnalarmgrenze und/oder einer Gefahrenalarmgrenze besteht.

14. Handgeführter Schwingungsüberwacher nach Anspruch 9, wobei der Datenprozessor eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) umfasst.

15. Verfahren zum Überwachen von Schwingungen an einer Gruppe von Maschinen, das umfasst, Bereitstellen eines Systems zum Einstellen von Schwingungsalarmen für jede der Maschinen in der Gruppe von Maschinen, wobei das System eine Schwingungsalarmvorrichtung mit einer Vielzahl von Schwingungsdateneingängen von einer Maschinengruppe, einen Speicher zum Speichern früherer Schwingungsdaten von der Maschinengruppe, einen Akkumulator zum Erzeugen durchschnittlicher Schwingungsdaten für die Maschinengruppe, einen Prozessor zum Auswählen einer Schwingungsalarmgrenze auf der Basis einer kumulativen Verteilungskurve der durchschnittlichen Schwingungsdaten und einen Warnalarm zum Alarmieren eines Benutzers umfasst, dass die Maschinenanlage die Schwingungsalarmgrenze erreicht hat, wenn Schwingungsdaten von einer Maschine in der Maschinengruppe die Schwingungsalarmgrenze erreichen; Akzeptieren der Schwingungsalarmgrenze oder Auswählen einer neuen Schwingungsalarmgrenze und Eingeben von Schwingungsdaten von einer Maschine in das System, um zu bestimmen, ob die Schwingungsalarmgrenze erreicht ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Schwingungsdaten von einem handgeführten Schwingungsüberwacher eingegeben werden.

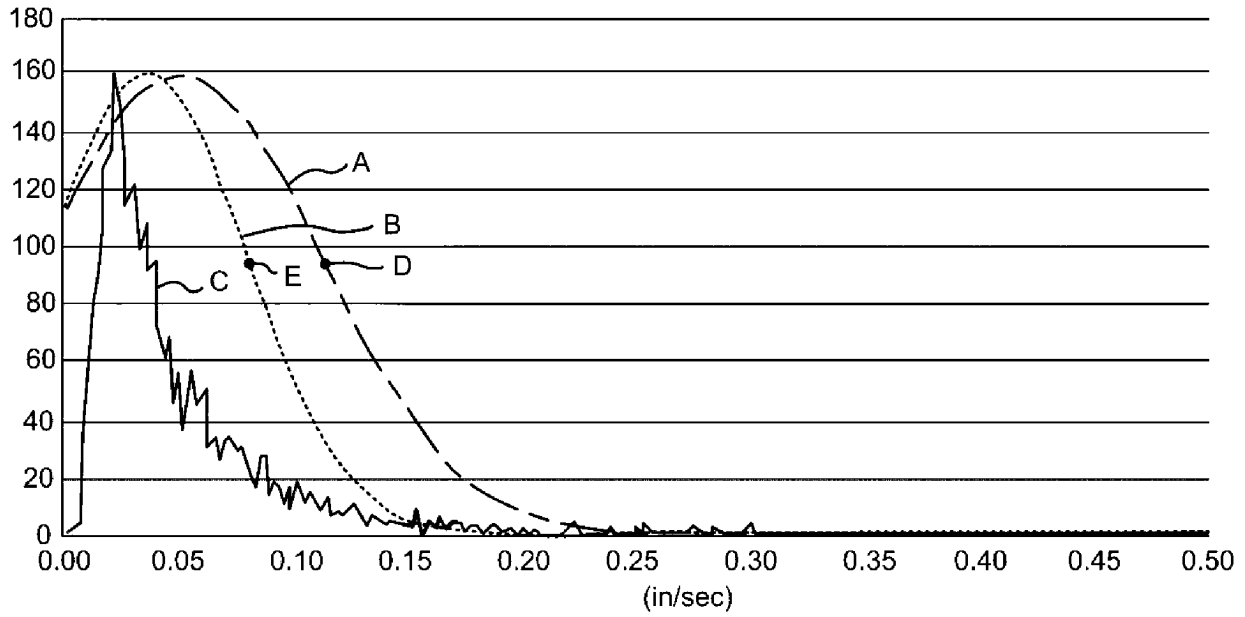
17. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Schwingungsdaten von einer an der Maschine angebrachten Schwingungseingabe eingegeben werden.

18. Verfahren nach Anspruch 15, das des Weiteren das Einstellen einer Hinweisalarmgrenze, einer Warnalarmgrenze und einer Gefahrenalarmgrenze für jede Maschine in der Gruppe von Maschinen umfasst.

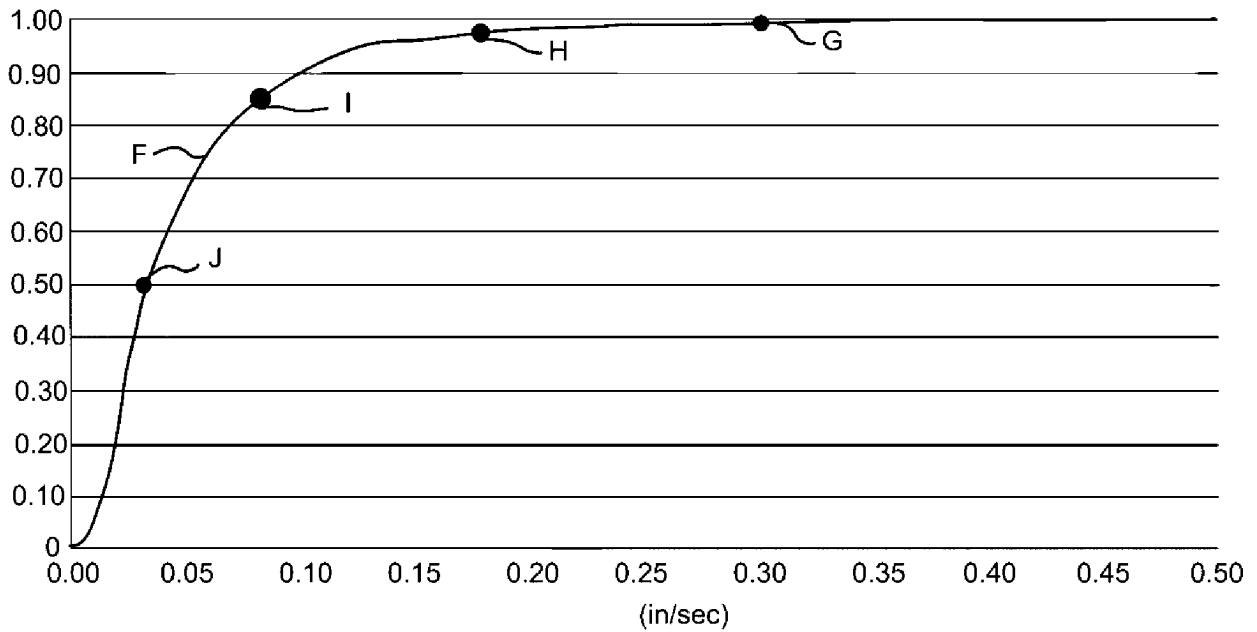
19. Verfahren nach Anspruch 15, wobei der Prozessor eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

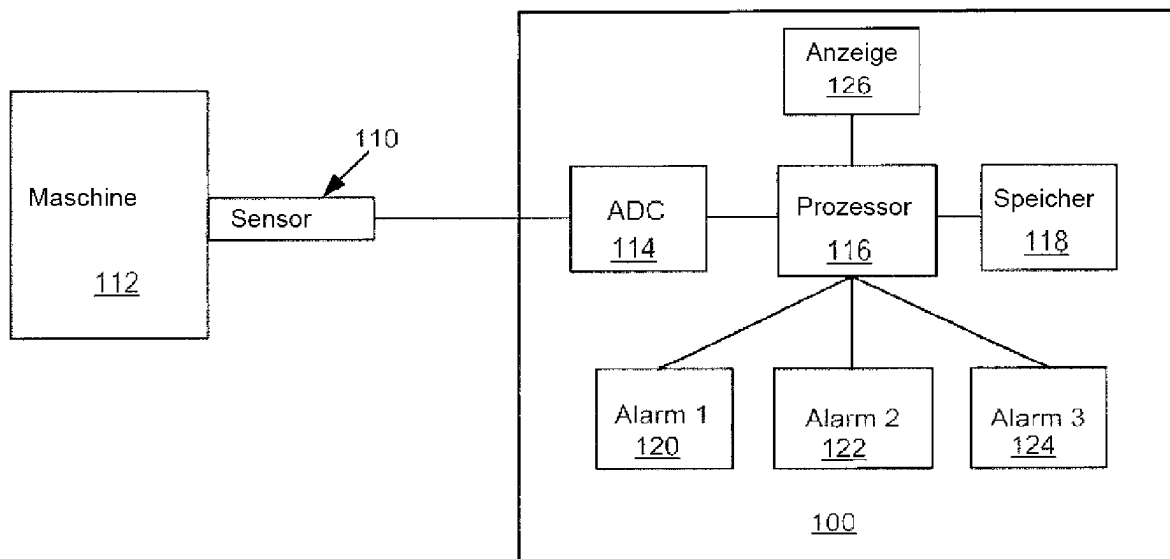


**FIG. 1**  
**Stand der Technik**

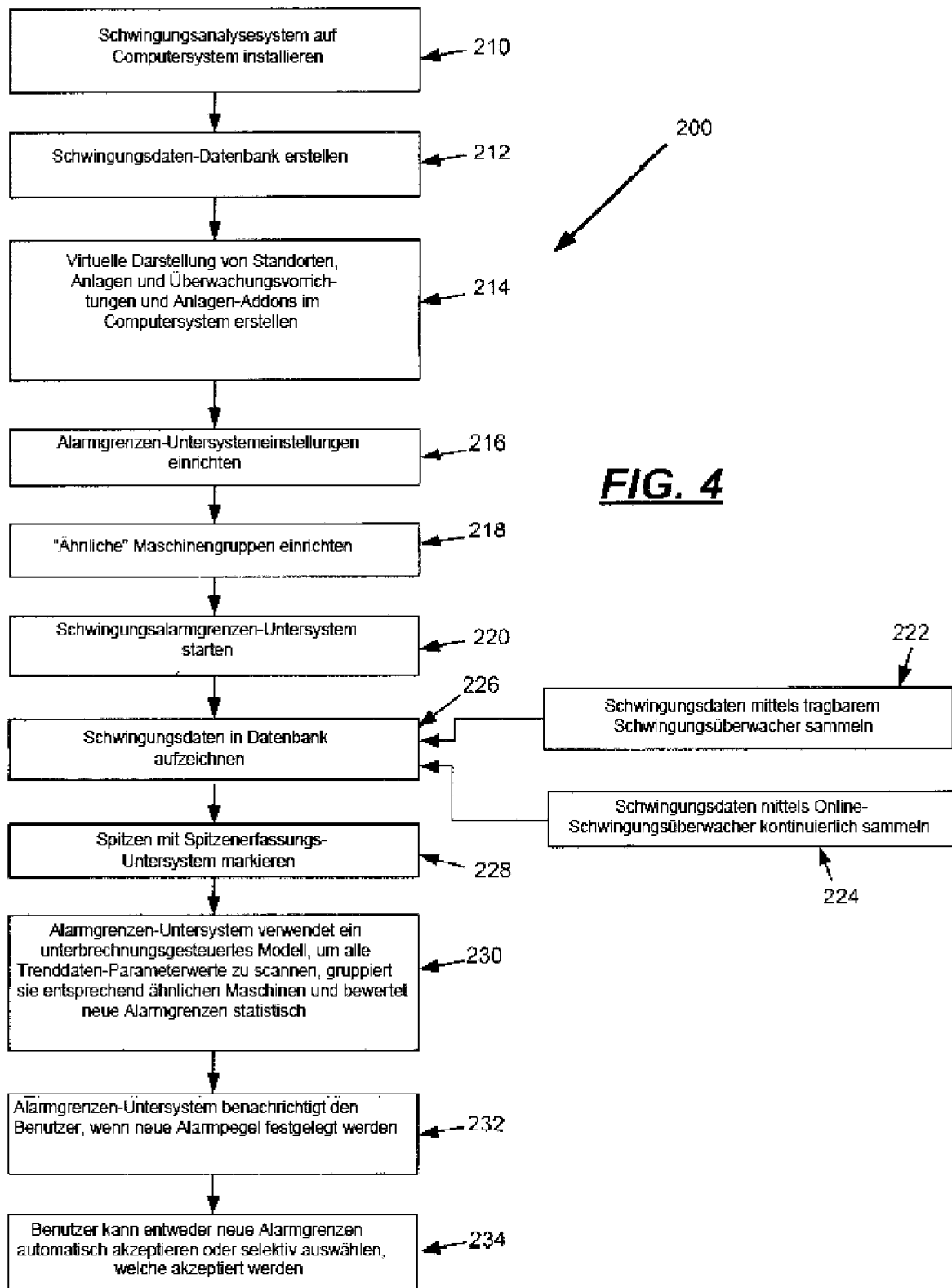


**FIG. 2**





**FIG. 3**



**FIG. 4**