

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 684 586 A1**

12

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **94108237.2**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: **G07C 3/00, G06T 7/20**

22 Anmeldetag: **27.05.94**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.11.95 Patentblatt 95/48**

p/o-3,d.3,kv.18  
**140003 Ljubertsy,  
Moskovskaya obl. (RU)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

Erfinder: **Kitashin, Jury Alexandrovich**  
p/o-3,d.36,kv.161  
**140003 Ljubertsy,  
Moskovskaya obl. (RU)**

71 Anmelder: **TOVARISHESTVO S  
OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTJU  
FINANSOVO-PROMYSHLENNAYA  
KORPORATSIA "LJUKON" (TOO FPK  
"LJUKON")**  
ul. Kotelnicheskaya, d. 6  
**Ljubertsy 140000,  
Moskovskaya obl. (RU)**

Erfinder: **Turetsky, Mikhail Anatolievich**  
**Bolshoi Kharitonievsky per.,d.9,kv.22  
101000 Moscow (RU)**

72 Erfinder: **Sula, Anatoly Sergeevich**

74 Vertreter: **Ebbinghaus, Dieter, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte v. Fünér, Ebbinghaus, Finck**  
**Mariahilfplatz 2 & 3**  
**D-81541 München (DE)**

54 **Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objekts, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt.**

57 Die erfindungsgemäße Einrichtung enthält einen Speicherblock (1), an dessen einen Ausgang mindestens ein Konvertierungsblock (3) für kleine Werte von Funktionsparametern eines Objekts angeschlossen ist, an dessen Ausgang und an die übrigen Ausgänge des Speicherblocks (1) Digital-Analog-Wandler (2) angeschaltet sind, die an Blöcke (10) zur Formierung flächenhafter Konturfiguren angeschlossen sind, an welche ein Block (11) zur Formierung der Kombinationen von flächenhaften Konfigurationen und ein Sichtbarmachungsblock (12) in Reihe geschaltet sind, mit dem eine Anwenderschnittstelle (14) verbunden ist, vermittels deren die Bedienungsperson (13) mit dem Sichtbarmachungsblock (12) zusammenwirken kann. Dank dem Vorhandensein des Konvertierungsblocks (3) weist die Einrichtung eine hohe Empfindlichkeit gegen Frühzeichen einer Störung des Objektes und ein bedeutendes Auflösungsvermögen auf und bewerkstelligt erfolgreich eine Diagnose des Objektzustandes nicht in von vornherein abgesonderten Übergangszuständen, sondern während der ganzen Periode der Arbeit des Objektes.

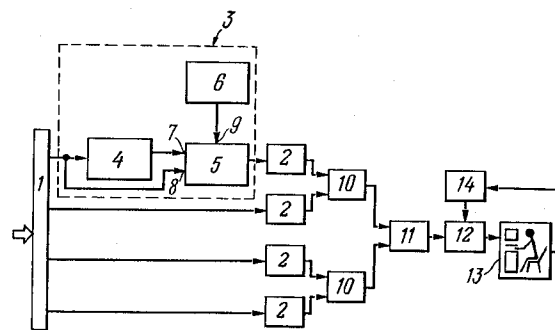


FIG.1

**EP 0 684 586 A1**

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Kontroll- und Diagnostikeinrichtungen und betrifft insbesondere eine Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objekts, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt.

Diese Erfindung kann mit Erfolg angewendet werden zur technischen Diagnostik der Triebwerksanlagen von Luftfahrzeugen, Schiffen, Kraftfahrzeugen und sonstigen Industrieausrüstungen, die ein System zur kontinuierlichen Überwachung von Funktionsparametern aufweisen.

Außerdem kann die beanspruchte Einrichtung in Systemen der medizinischen Diagnostik, die mit der Überwachung von physiologischen Kennziffern bei Patienten zusammenhängen, sowie in Systemen der globalen Informationsbereitstellung für technologische Prozesse Anwendung finden.

Zur Zeit erlangt die Idee der Schaffung eines interaktiven Mensch-Maschine-Systems eine besondere Bedeutung, das im besonderen zur Kontrolle, Diagnostik und operativen Prognose des Zustandes verschiedener Objekte eingesetzt wird.

Die Grundidee der Schaffung von Hybridanalyzesystemen besteht in der Erarbeitung einer solchen Informationswechselwirkung zwischen der Bedienungsperson und der Informationsquelle, bei welcher im Prozeß der Entscheidungsfindung nicht nur logische Niveaus des menschlichen Bewußtseins, sondern auch Niveaus des Unterbewußtseins ausgenutzt werden, die mit den Mechanismen eines schöpferischen anschaulichen Denkens verknüpft sind. Dabei haben sich die Methoden einer visuellen Einwirkung auf das Unterbewußtsein der Bedienungsperson durch spezielle Objekte vom Bildschirm eines Computers als am aussichtsreichsten in praktischer Hinsicht erwiesen.

Es sind interaktive Systeme einer bildlichen Diagnostik im besonderen von Flugzeuggasturbinentriebwerken bekannt ("Bildliche Analyse in Steuerung, wissenschaftlichen Forschungen und Lehrsystem", III. wissenschaftlich-technische Unionskonferenz "Obraz-90", 4. - 8. März 1990, Stadt Suzdal), Moskau, 1990, SS. 47-51), die auf Basis einer Synthese der Methodologie der bildlichen Analyse, logischer Mechanismen von Expertensystemen und spezieller Verfahren zur Formierung von parametrischen Anfangsbeschreibungen in Übergangsbetriebszuständen der genannten Triebwerke entwickelt worden sind. Die bildliche Analyse, die die konzeptionelle Grundlage eines interaktiven Systems der bildlichen Diagnostik bildet, gewährleistet eine Nichtkritizität des Analysesystems gegenüber der Struktur und Dimension digitaler Ausgangsdaten infolge einer Dialogadaptation an die Beschreibungen jeder Art und sichert als Folge davon eine effektive Absonderung diagnostischer Merkmale.

Für bekannte interaktive Systeme ist die Gewährleistung einer strikten Wiederholbarkeit bei jeder Realisierung des Diagnoseverfahrens erforderlich, anderenfalls wird statt des stabilen Auftretens von Störungszeichen ein Prozeß des Empfindlichkeitsverlustes des Dialogsystems beobachtet.

Überdies ist es mit Hilfe derartiger interaktiver Systeme praktisch unmöglich, eine operative Prognose des technischen Zustandes eines zu untersuchenden Objektes zustandezubringen.

Bekannt ist auch eine Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objektes, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt (SU, A, 1617317), enthaltend einen Speicherblock, in den eine aus dem Überwachungssystem kommende Information über diskrete Digitalwerte von Funktionsparametern des Objektes enthalten ist, Digital-Analog-Wandler, die mit dem Speicherblock elektrisch verbunden und an Blöcke zur Formierung flächenhafter Konturfiguren angeschlossen sind, welche an einen Block zur Formierung räumlicher Kombinationen von flächenhaften Konturfiguren geschaltet sind, an den ein Eingang eines Sichtbarmachungsblocks angeschlossen ist, dessen anderer Eingang mit der Anwenderschnittstelle des Sichtbarmachungsblocks verbunden ist.

Die bekannte Einrichtung ist zur Diagnostizierung des technischen Zustandes der Gasturbinentriebwerke von Luftfahrzeugen bestimmt. Dabei wurden die Messung und Aufzeichnung der Digitalwerte von Funktionsparametern mit einer vorbestimmten Periodizität beim Beschleunigungsverhalten des Luftfahrzeuges während einer festgelegten Zeit durch automatische Umstellung des Leistungshebels der Triebwerke in einem vorgegebenen Tempo vom Betriebszustand geringen Schubs bis zum Betriebszustand maximalen Schubs vorgenommen.

Die aufgezeichneten Digitalwerte wurden in eine Gesamtheit geometrischer Gebilde in Form von durchlaufenden Linien umgewandelt, die durch eine Gesamtheit von durchlaufenden Servicelinien bis zur Erzeugung geschlossener Flachbilder abgeschlossen wurden, welche in eine räumliche Figur umgewandelt wurden, deren Oberflächenform die erforderliche Diagnoseinformation trägt.

Eine unerläßliche Bedingung für das erfolgreiche Funktionieren der bekannten Einrichtung ist deren Einsatz in solchen Betriebszuständen des Objektes, in denen eine strikte Typengleichheit von Steuereinflüssen auf das zu diagnostizierende Objekt sichergestellt wird und zu denen für die Gasturbinentriebwerke von Luftfahrzeugen das Beschleunigungsverhalten gehört.

Dabei wird die Identität der erhaltenen Merkmale durch die Identität der Umstellung des Leistungshebels des Triebwerks gewährleistet, und

die Funktion eines empfindlichen "Automaten" erfüllt der Bedienende in Person des Flugzeugführers, der in einer Reihe von Fällen die Steuerung (den Lauf des Triebwerks) variiert, wobei die genannten Variationen der Steuerung gerade ein negatives Merkmal darstellen, denn die formierten diagnostischen Merkmale variieren viel stärker als angenommen. Darüber hinaus ist es in manchen Fällen überhaupt unmöglich, eine strikte Identität der Steuereinwirkungen sicherzustellen. Alles das führt dazu, daß die Empfindlichkeit der Diagnoseeinrichtung sinkt.

Mit der bekannten Einrichtung ist es außerdem recht schwer und mitunter auch unmöglich, ein zuverlässiges Prognostizieren des technischen Zustandes des zu untersuchenden Objekts durchzuführen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objekts, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt, zu schaffen, bei der durch Einföhrung eines neuen Blocks, der die Diagnostik des Zustandes des Objekts nicht in von vornherein abgesonderten Übergangszuständen, sondern im Prozeß der gesamten Arbeit des Objekts ermöglicht, die Empfindlichkeit der Einrichtung gegen Frühzeichen von Störungen des zu untersuchenden Objektes erhöht, das Auflösungsvermögen gesteigert und es möglich wird, die beanspruchte Einrichtung zur Diagnostik von beliebigen zu untersuchenden Objekten einzusetzen, die mit einem System der Überwachung von Funktionsparametern versehen sind.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objekts, das ein System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt, enthaltend einen Speicherblock, in dem eine aus den Überwachungssystem kommende Information über diskrete Digitalwerte von Funktionsparametern des Objektes enthalten ist, Digital-Analog-Wandler, die mit dem Speicherblock elektrisch verbunden und an Blöcke zur Formierung flächenhafter Konturfiguren angeschlossen sind, welche an einen Block zur Formierung räumlicher Kombinationen von flächenhaften Konturfiguren geschaltet sind, an den ein Eingang eines Sichtbarmachungsblocks angeschlossen ist, dessen anderer Eingang mit der Anwenderschnittstelle des Sichtbarmachungsblocks verbunden ist, erfindungsgemäß mindestens einen Konvertierungsblock für kleine Digitalwerte von Funktionsparametern des Objekts enthält, der mit seinem Eingang an einen Ausgang des Speicherblocks und mit seinem Ausgang an den Eingang eines entsprechenden Digital-Analog-Wandlers angeschlossen ist.

Es ist zweckmäßig, daß der Konvertierungsblock für kleine Digitalwerte von Funktionsparametern

einen Diskriminator, einen Prozessor, dessen erster Eingang am Ausgang des Diskriminators liegt, während an dem zweiten Eingang ein Signal vom entsprechenden Ausgang des Speicherblocks eintrifft, und einen Block zur Umwandlungsprogramm-Vorgabe enthält, der an den dritten Eingang des Prozessors angeschlossen ist.

Die erfindungsgemäße Einrichtung besitzt eine hohe Empfindlichkeit, weil die Information über den Zustand des zu diagnostizierenden Objekts nicht in von vornherein abgesonderten und speziell vereinbarten Übergangszuständen, sondern im Prozeß der gesamten Arbeit aufgenommen wird. In diesem Fall kommt dadurch, daß in die Einrichtung ein Konvertierungsblock für kleine Digitalwerte von Funktionsparametern eingefügt und schaltungsmäßig konkret ausgeführt ist, eine Modifikation des Eingangsparameters, zustande und die Bedienungsperson entnimmt aus dem Objekt während der Diagnostizierung die genaueste und zuverlässigste Information in gleichtypigen Bereichen, da die Eingangsinformationsflüsse in diesem Fall nicht reglementiert werden müssen.

Beim Arbeiten im Regime der Diagnostik gewährleistet außerdem die erfindungsgemäße Einrichtung einen höheren, durch die Formierungsmethode bedingten Grad der Wiederholbarkeit diagnostischer Signale und schließt ungeachtet der Abhängigkeit von einer großen Anzahl unberücksichtigter Faktoren selbst in gleichtypigen Übergangsregimes der Diagnostik große Variationen des abgegebenen Signals aus.

Es ist auch bemerkenswert, daß in der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Einrichtung das Auflösungsvermögen erhöht und die Empfindlichkeit gegen Frühzeichen von Störungen des zu untersuchenden Objekts um das 7- bis 30fache gegenüber der bekannten technischen Lösung gesteigert ist.

Dank ihrer Universalität kann die beanspruchte Einrichtung für Zwecke der Diagnostik des Zustandes beliebiger Objekte, beispielsweise solcher wie die Objekte der Technik, der Informationsnetze, der biologischen Objekte u.a. eingesetzt werden.

Im folgenden wird die Erfindung durch Beschreibung einer konkreten Ausführungsform derselben, anhand von Beispielen und beigefügten Zeichnungen erläutert, in denen es zeigt:

Fig. 1 eine Blockschaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objekts, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt;

Fig. 2 mit Hilfe, der erfindungsgemäßen Einrichtung erhaltene Diagramme des technischen Zustandes von Triebwerken eines Luftfahrzeugs Nr. 49;

Fig. 3 dasselbe wie in Fig. 2 für ein Luftfahrzeug Nr. 33

Fig. 4 dieselben Diagramme wie in Fig. 2, erhalten mit Hilfe einer bekannten Einrichtung (gemäß SU, A, 1617317).

Die Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objektes, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt, enthält einen Block 1 (Fig. 1), in dem eine Information über diskrete Digitalwerte von Funktionsparametern eines Objektes enthalten ist (einläuft oder aufgezeichnet ist), welche aus dem Überwachungssystem ankommt (der Einlauf der Information ist bedingt durch einen Pfeil angedeutet).

Die Einrichtung umfaßt eine Gruppe von Digital-Analog-Wandlern 2 (in der hier beschriebenen Variante sind vier Wandler vorgesehen), deren Anzahl im allgemeinen Fall durch die Zahl von zu diagnostizierenden Funktionsparametern des Objektes bestimmt wird, wobei eine entsprechende Anzahl von Umwandlungskanälen gebildet wird.

Die Einrichtung enthält mindestens einen Konvertierungsblock 3 für kleine Digitalwerte von Funktionsparametern des Objektes, der in einem der Umwandlungskanäle angeordnet ist und einen Diskriminator 4, einen Prozessor 5 und einen Block 6 zur Umwandlungsprogramm-Vorgabe enthält. Dabei ermöglicht der Diskriminator 4 den Prozeß der Berechnung einer Differenz zwischen den diskreten Nachbarwerten eines gewählten Parameters und ist mit seinem Eingang an einen Ausgang des Speicherblocks 1 und mit seinem Ausgang an den ersten Eingang 7 des Prozessors 5 angeschlossen, an dessen zweiten Eingang 8 ein nicht umgewandeltes Signal von demselben Ausgang des Blocks 1 eintrifft.

Der dritte Eingang 9 des Prozessors 5 liegt am Block 6 zur Umwandlungsprogramm-Auswahl, wobei entsprechend dem Programm des letzteren das Funktionieren des Prozessors 5 vorgegeben wird.

Das Umwandlungsprogramm (die Umwandlungsfunktion) bestimmt die Bahn des zu diagnostizierenden Objektes in der Phasenebene eines zu behandelnden Funktionsparameters.

Der Prozessor 5 sondert einen bestimmten Bereich der Phasenebene des Funktionsparameters ab, dem derjenige Kanal zur Umwandlung von Objektparametern entspricht, in welchem der Konvertierungsblock 3 angeordnet ist.

An die Ausgänge der Digital-Analog-Wandler 2 sind Blöcke 10 zur Formierung flächenhafter Konturfiguren angeschlossen, mit denen ein Block 11 zur Formierung räumlicher Kombinationen von flächenhaften Konturfiguren verbunden ist, welcher an einen Sichtbarmachungsblock 12 (ein Computer-Anzeigegerät) angeschlossen ist, auf dem räumliche diagnostische Figuren, Zustandsdiagramme des Objektes genannt, abgebildet werden.

Eine Bedienungsperson 13, die die Möglichkeit zur Dialogeinwirkung auf die Anwenderschnittstelle

14 des Sichtbarmachungsblocks hat, hält den Moment und die Geschwindigkeit der Entwicklung von Störungen nach dem Wert der Verformung der Konturen von geometrischen Gebilden und der Änderung ihrer Parameter im Vergleich mit Bezugs-Zustandsdiagrammen fest. Die Bedienungsperson 13 ist ein notwendiges Element des Mensch-Maschine-Systems, als welches im Grunde die beanspruchte Einrichtung fungiert. Dabei widerspiegelt die Richtung der Beziehungen zur Bedienungsperson 13 funktionelle Zusammenhänge, die die Informationsflüsse bestimmen und die menschlichen Einwirkungen steuern.

Die geschilderte Einrichtung bildet ein interaktives System der operativen Prognose, und Diagnostik des Zustandes eines Objektes, welches System Umwandlungen von Funktionsparametern besorgt, die in einem beliebigen Regime des zu diagnostizierenden Objektes während einer beliebigen Zeit des Funktionierens aufgenommen sind, bei dem die ganze verarbeitete nutzbare Aufzeichnung vom Diagnosesystem für die Konstruktion von, räumlichen Figuren auf dem Bildschirm des Anzeigegegerätes ausgenutzt wird.

Fig. 2,3 stellen Diagramme des technischen Zustandes von Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerken eines Luftfahrzeuges Nr. 49 und Nr. 33 (die Nummern sind bedingt) dar, die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Diagnoseeinrichtung konstruiert sind, wobei die obere Reihe der Diagramme dem linken Triebwerk und die untere Reihe dem rechten Triebwerk entspricht.

Fig. 4 veranschaulicht Diagramme des technischen Zustandes eines Luftfahrzeuges Nr. 49, die mit Hilfe einer bekannten Einrichtung (SU, A, 1617317) konstruiert sind.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objektes, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt, arbeitet folgendermaßen.

Die Ein- und Ausgangs-Funktionsparameter des zu diagnostizierenden Objektes, die aus dem elektronischen Überwachungssystem ankommen, werden im Speicherblock 1 registriert. In dem hier beschriebenen Fall, wo nur ein Konvertierungsblock 3 vorhanden ist, wird aus den Eingangsparametern des Objektes ein Parameter gewählt, der der Umformung im Konvertierungsblock 3 unterworfen wird. In der Regel wird als solcher Parameter ein Parameter gewählt, der mit den Eingangs-Steuereinflüssen am stärksten korreliert ist.

Ein dem Digitalwert des gewählten Parameters entsprechendes Signal gelangt unmittelbar an den Eingang 8 des Prozessors 5 und an den Eingang des Diskriminators 4, in dem eine Differenz zwischen dem aktuellen und dem vorhergehenden Wert des zu analysierenden Parameters berechnet wird.

Das Ausgangssignal vom Diskriminator 4 gelangt an den Eingang des Prozessors 5. Faktisch treten als Eingangssignale für den Prozessor 5 das Eingangssignal und das Differenzsignal auf, das mit der zeitlichen Ableitung eines Referenzsignals korreliert ist.

Nach einer Abhängigkeit, die durch den Block 6 zur Umwandlungsprogramm-Vorgabe formiert wird, wandelt der Prozessor 5 zwei Eingangssignale in ein Ausgangssignal um, mit anderen Worten kommt die Umwandlung der Phasenebene des zu diagnostizierenden Objekts gemäß einer im Block 6 aufgezeichneten vorgegebenen Funktion zustande. Die konkrete Art dieser Funktion wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt, nämlich solchen wie die Besonderheiten des zu kontrollierenden Objekts, die Besonderheiten der Phasenebene der Einrichtung, die Besonderheiten der Betriebsbeschränkungen, deren Parameter einer Streuung ausgesetzt sind. So z.B. arbeitet ein Flugtriebwerk in einem Lufttemperaturbereich von plus 60 bis minus 60°C, einem Höhenbereich von 0 bis 20000 m, einem Triebwerkdrehzahlbereich von 0 bis 10,5 Tsd. U/min und so weiter.

Auf der Grundlage einer empirischen Auswahl bestimmt man eine konkrete Art der Funktion, die eine maximale Wiederholbarkeit und Empfindlichkeit von zu diagnostizierenden funktionellen Merkmalen gewährleistet, welche im Sichtbarmachungsblock 12 wiedergegeben werden.

Ein Signal, das dem durch den Prozessor 5 berechneten Parameterwert entspricht, gelangt in einen Digital-Analog-Wandler 2, während in die anderen Digital-Analog-Wandler 2 Signale aus dem Speicherblock 1 in der (nicht umgewandelten) Ausgangsform gelangen.

In allen Digital-Analog-Wandlern 2 werden Ziffernsignale in durchlaufende Linien umgewandelt und den Blöcken 10 zugeführt, die flächenhafte Figuren (Gebilde) formieren.

Bei optimaler Vorgabe des Umwandlungsgesetzes wird die im Block 10 formierte flache Kontur nach den Formkennzeichen bedeutend empfindlicher gegen stabile Zustandsänderungen des zu diagnostizierenden Objekts, wodurch die im Block 11 formierten räumlichen Zustandsdiagramme gegen Frühzeichen von Störungen des zu untersuchenden Objektes empfindlicher sind.

Ein im Sichtbarmachungsblock 12 (auf dem Bildschirm des Anzeigergeräts) erhaltenes räumliches Zustandsdiagramm ist das Objekt des nachfolgenden visuellen Erkennens durch die Bedienungsperson 13, die auf Grund einer Vergleichung des zu analysierenden Bildes mit den genormten Bildern des störungsfreien und des gestörten Zustandes eine Entscheidung über die Art der Störung und den Grad ihrer Entwicklung trifft.

Dadurch, daß die erfindungsgemäße Einrichtung eine stabile Wiederholbarkeit von Untersuchungsergebnissen (bei unverändertem Zustand des Objekts) gewährleistet, wird es möglich, auf dem Bildschirm des Anzeigergeräts völlig identische diagnostische Figuren zu beobachten. Durch Einsatz der erfindungsgemäßen Einrichtung für Diagnosezwecke und Erzielung von stabilen Resultaten lassen sich zusätzliche Messungen (Kontrollmessungen) ausschließen, denn die identischen Gebilde auf dem Bildschirm des Anzeigergeräts zeugen von der Unveränderlichkeit des Objektzustandes. Die Einführung des Konvertierungsblocks 3 in die Einrichtung hat das Auflösungsvermögen der beanspruchten Einrichtung im Vergleich mit den bekannten technischen Lösungen ähnlicher Zweckbestimmung erhöht und die Empfindlichkeit gegen Frühzeichen von Störungen des zu untersuchenden Objekts um das 7- bis 30fache gesteigert; während also eine bekannte Einrichtung beispielsweise fünf Zustände des zu untersuchenden Objekts erkennt, ist die erfindungsgemäße Einrichtung imstande, im Mittel 30 bis 50 ähnliche Zustände zu erkennen, was es gestattet, von der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Einrichtung wie von einer "Einrichtung zur Verstärkung der Information" zu sprechen.

Die Durchführung der Diagnostizierung des Zustandes eines Objekts im Laufe der ganzen Zeit seines Funktionierens und nicht in von vornherein vereinbarten Übergangszuständen erhöht ebenfalls die Empfindlichkeit der beanspruchten Einrichtung und befähigt sie zur Diagnostik von praktisch beliebigen Objekten, die mit einem elektronischen Überwachungssystem versehen sind.

Die erfindungsgemäße Einrichtung ersetzt nicht strukturmäßige Kontrollsysteme, sondern ist deren funktionelle Ergänzung, die zum sicheren Nachweis des Beginns einer Änderung des technischen Zustandes und zur Prognose einer Evolution dieser Änderung bestimmt ist. Infolge einer hohen Zuverlässigkeit diagnostischer Signale erlaubt dabei die Einrichtung, die Zeit für die Prozedur der Auswertung falscher Diagnosemitteilungen der Systeme wesentlich zu verkürzen und in einer Ausgangsgruppe von Ziffern diagnostische Signale zu sehen, die für andere Einrichtungen zur Instrumentalkontrolle verdeckt sind.

Zum besseren Verständnis der Vorteile der vorliegenden Erfindung werden konkrete Beispiele angeführt, wo als Objekte der Diagnostizierung Zweikreis-Turbinenluftstrahltriebwerke von Luftfahrzeugen Nr. 49 und Nr. 33 auftraten.

Die erfindungsgemäße Einrichtung wurde auf der Basis von PERM 1BM-AT realisiert. Die erste PERM wurde mittels einer Anschlußeinheit mit dem Bord-Flugdatenspeicher verbunden. Die Anschlußeinheit enthielt eine Standardschnittstelle für die

Datenübertragung in die PERM und einen Prozessor, der die Umwandlung von Ziffernsignalen nach einem vorgegebenen Gesetz besorgte. In die PERM wurden Daten von vier Flügen eingegeben, die am 11.04.91, 12.04.91, 14.04.91 und 15.04.91 mit dem Flugzeug Nr. 49 ausgeführt wurden, sowie Daten von vier Flügen des Flugzeugs Nr. 33, die am 20.03.92, 28.03.92, 30.03.92 und 31.03.92 stattfanden. Die Konturen flächenhafter Bilder wurden aus den Werten von drei Parametern formiert: dem Momentan-Kraftstoffverbrauch, der Hochdruckrotor-Drehzahl und der Niederdruckrotor-Drehzahl. Und die Sichtbarmachung der Diagnosedaten erfolgte auf dem Bildschirm des Anzeigegeräts in Form von räumlichen Zustandsdiagrammen.

In Fig. 2 sind Zustandsdiagramme des linken Triebwerks des Luftfahrzeugs Nr. 49 (obere Reihe) und des rechten Triebwerks (untere Reihe) dargestellt.

Fig. 3 veranschaulicht ähnliche Zustandsdiagramme des Flugzeugs Nr. 33, das störungsfrei war. Aus der Vergleichung der Diagramme in Fig. 2 und Fig. 3 folgt, daß das rechte Triebwerk des Flugzeuges Nr. 49 zwei verdeckte Störungen aufweist: innere Kraftstoffleckage im Kraftstoffzuführungssystem und Störung der Regelung des Rotordrehzahl-Steuersystems, die als starke Formänderung der Diagramme des rechten Triebwerks des Flugzeuges Nr. 49 im Vergleich mit ebensolchen Diagrammen des störungsfreien Flugzeuges Nr. 33 (Fig. 3) in Erscheinung treten.

Das linke Triebwerk des Flugzeuges Nr. 49 weist gleichfalls einen verdeckten Defekt in Form einer Störung der Regelung des automatischen Flugleitsystems auf. Entsprechende Diagrammdeformationen sind in Fig. 2 im Vergleich mit den in Fig. 3 wiedergegebenen Diagrammen ersichtlich.

In den dargestellten Kopien des Bildschirms des Anzeigegeräts (Fig. 3) sind Diagramme des störungsfreien rechten und des störungsfreien linken Triebwerks des Flugzeuges Nr. 33 sichtbar gemacht.

Es ist kennzeichnend, daß in der Fig. 4, die die mit Hilfe der bekannten Einrichtung (SU, A, 1617317) erhaltenen Zustandsdiagramme desselben Flugzeuges Nr. 49 darstellt, die vorstehend angegebenen Störungen nicht zu vermerken waren, so daß man schlußfolgern konnte, daß das Luftfahrzeug "störungsfrei" war. Zudem sind die mittels der erfindungsgemäßen Einrichtung aufgedeckten Störungen für die Erkennung durch die Systeme der strukturmäßigen Bord- und bodengebundenen Kontrolle völlig unzugänglich.

Aus einer Analyse der Zustandsdiagramme des Flugzeuges Nr. 49 (Fig. 2) geht hervor, daß eine Zunahme der Abweichungen im Hinblick auf die bemerkten Defekte nicht zu verzeichnen ist. Daher kann man hinsichtlich des genannten Luftfahrzeu-

ges Nr. 49 eine Prognose stellen, daß das Flugzeug im nächstfolgenden Flug (ohne Beseitigung der bemerkten Defekte) denselben Zustand vorerst beibehalten wird.

Aus dem Obendargelegten kann man schließen, daß die erfindungsgemäße Einrichtung ein System der Frühdiagnostik und Prognostizierung des Zustandes praktisch aller Arten von Objekten darstellt, die ein Überwachungssystem besitzen.

## Patentansprüche

- Einrichtung zur Diagnostizierung des Zustandes eines Objekts, das ein elektronisches System der Überwachung von Funktionsparametern besitzt, enthaltend einen Speicherblock (1), in dem eine aus dem Überwachungssystem kommende Information über diskrete Digitalwerte von Funktionsparametern des Objektes enthalten ist, Digital-Analog-Wandler (2), die mit dem Speicherblock (1) elektrisch verbunden und an Blöcke (10) zur Formierung flächenhafter Konturfiguren angeschlossen sind, welche an einen Block (11) zur Formierung räumlicher Kombinationen von flächenhaften Konturfiguren angeschaltet sind, an den ein Eingang eines Sichtbarmachungsblocks (11) angeschlossen ist, dessen anderer Eingang mit der Anwenderschnittstelle (14) des Sichtbarmachungsblocks (11) verbunden ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie mindestens einen Konvertierungsblock (3) für kleine Digitalwerte von Funktionsparametern des Objektes enthält, der mit seinem Eingang an einen Ausgang des Speicherblocks (1) und mit seinem Ausgang an den Eingang eines entsprechenden Digital-Analog-Wandlers (2) angeschaltet ist.
- Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Konvertierungsblock (3) für kleine Digitalwerte von Funktionsparametern einen Diskriminator (4), einen Prozessor (5), dessen erster Eingang (7) am Ausgang des Diskriminators (4) liegt, während an dem zweiten Eingang (8) ein Signal vom entsprechenden Ausgang des Speicherblocks (1) eintrifft, und einen Block (6) zur Umwandlungsprogramm-Vorgabe enthält, der an den dritten Eingang (9) des Prozessors (5) angeschlossen ist.

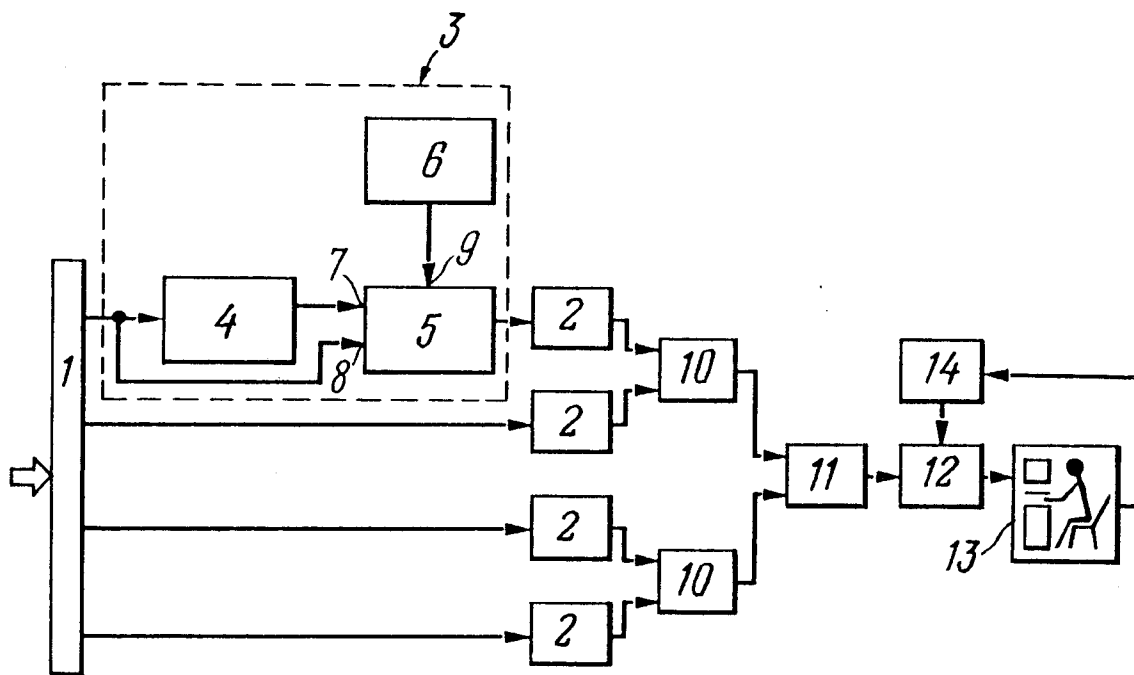


FIG. 1

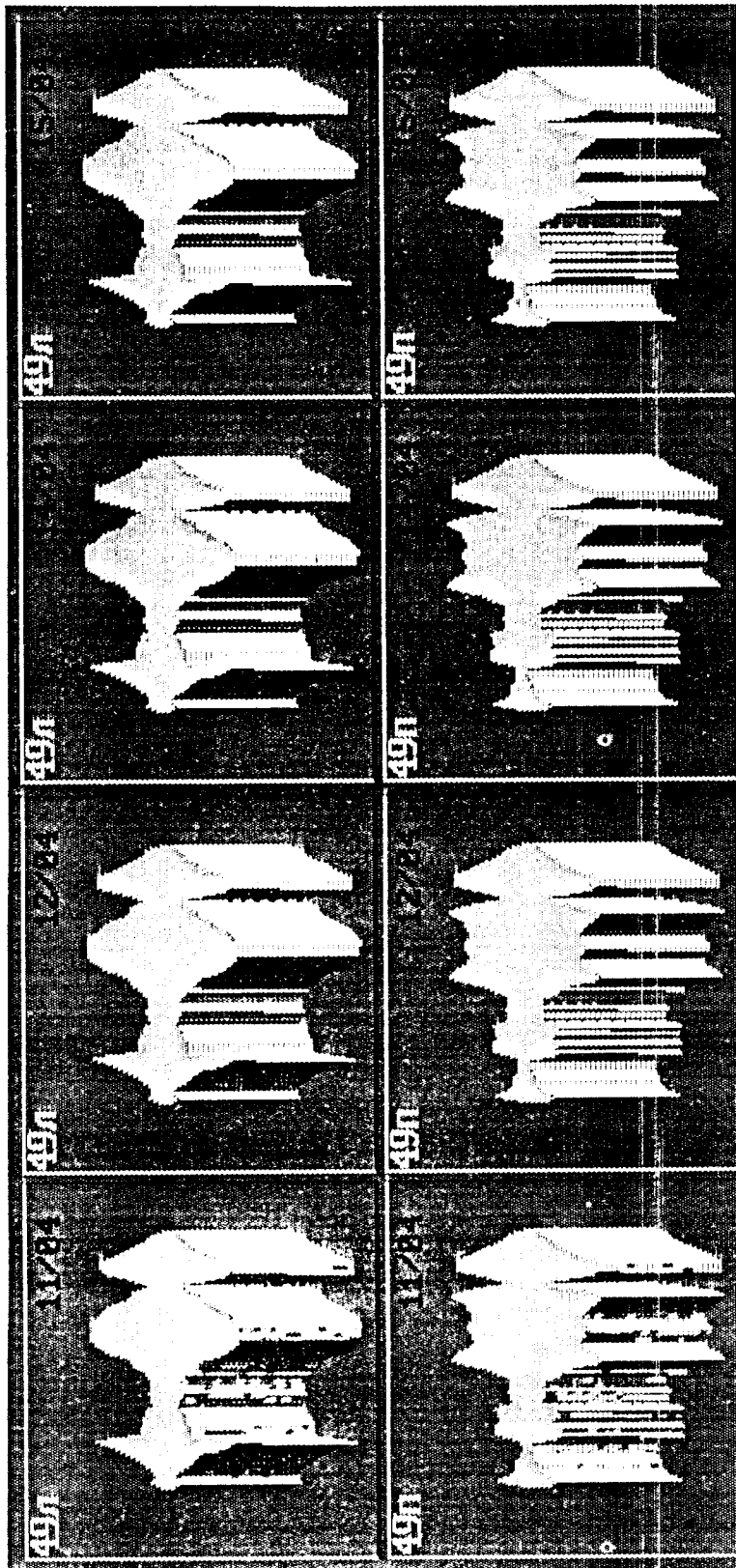


FIG. 2

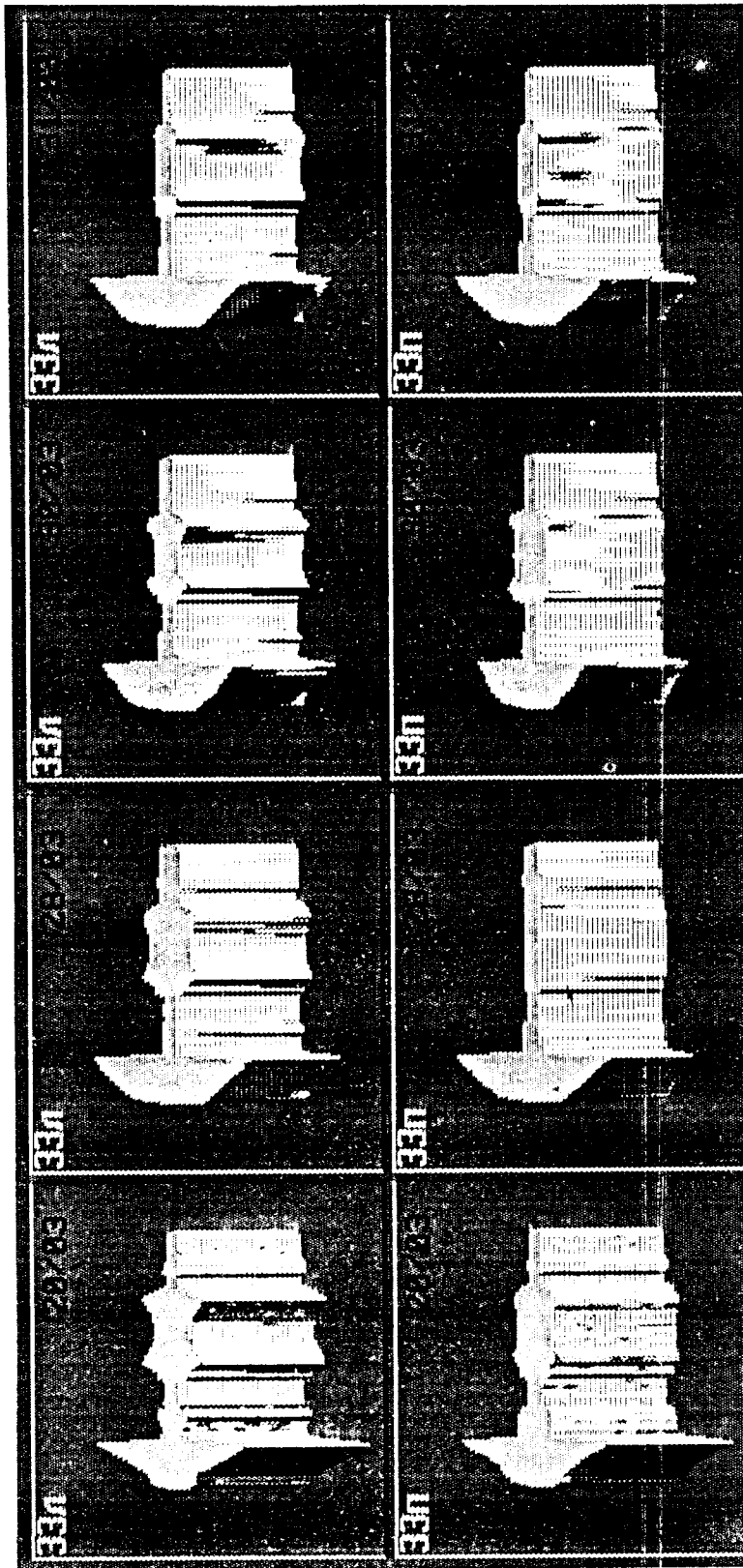


FIG. 3

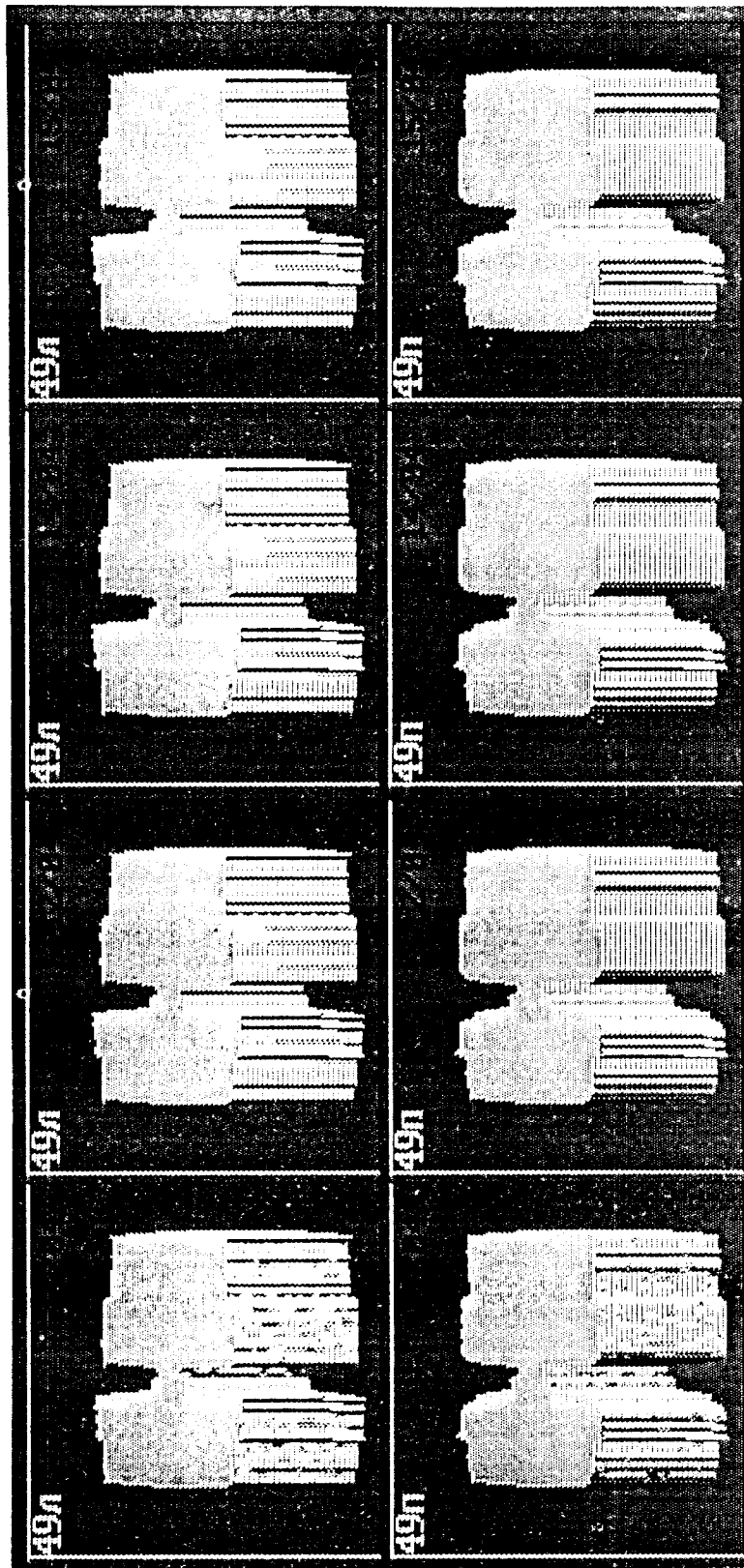


FIG. 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A, D	DATABASE WPI Week 9135, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 91259188 & SU-A-1 617 317 (REMIZOV) 30. Dezember 1990 * Zusammenfassung * ---	1	G07C3/00 G06T7/20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 60 (P-182) 12. März 1983 & JP-A-57 204 967 (KATAOKA HIDEO) 15. Dezember 1982 * Zusammenfassung * ---	1	
A	EP-A-0 002 232 (IRD MECHANALYSIS) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1	
A	EP-A-0 315 307 (ROLLS-ROYCE) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1	
A	WO-A-91 06066 (MASSACHUSTTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) G07C G06T
A	US-A-4 149 155 (SHOICHI KISHI) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 4. November 1994	Prüfer Meyl, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	