

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **82110802.4**

61 Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 04 B 9/14**

22 Anmeldetag: **23.11.82**

30 Priorität: **24.12.81 CH 8284/81**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.07.83 Patentblatt 83/27**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE**

71 Anmelder: **KONTRON-HOLDING AG**  
**Bernerstrasse Süd 169**  
**CH-8048 Zürich(CH)**

72 Erfinder: **Wicki, Gerhard**  
**Wartstrasse 1c**  
**CH-6331 Hünenberg(CH)**

72 Erfinder: **Näff, Rolf**  
**Albisstrasse 45**  
**CH-6312 Steinhausen(CH)**

74 Vertreter: **Körber, Wolfhart, Dr. et al,**  
**Patentanwälte Dipl.Ing.H.Mitscherlich,**  
**Dipl.Ing.K.Gunschmann, Dr.rer.nat.W.Körber,**  
**Dipl.Ing.J.Schmidt-Evers Steinsdorfstrasse 10**  
**D-8000 München 22(DE)**

54 **Einrichtung zur berührungslosen Unwuchtmessung.**

57 Auf der feststehenden Seite eines ringförmigen Spalts zwischen dem feststehenden Teil, d.h. im allgemeinen dem Gehäuse einer Zentrifuge und dem Rotor, ist ein Magnetfeldfühler angeordnet, mit dem Veränderungen der Geometrie des Spalts erfasst werden. Diese Einrichtung arbeitet im Gegensatz zu den herkömmlichen berührungslos und ist mechanisch weit weniger aufwendig. Ausserdem besitzt sie den Vorteil, dass sie ein analoges, zur Auslenkung des Rotors proportionales, Signal abgibt und damit eine Aenderung der Empfindlichkeit ermöglicht. Dies ist für Ultrazentrifugen von Bedeutung, da bei diesen bei höheren Drehzellen geringere Rotorunwucht tolerabel ist als bei niedrigen. Als Fühler besonders bevorzugt ist ein Differentialfühler mit zwei auf einem Permanentmagneten angeordneten magnetfeldabhängigen Widerständen.

5 Kontron Holding AG, Zürich, Schweiz

10 Einrichtung zur berührungslosen Unwuchtmessung.

15 Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur berührungslosen Unwuchtmessung an Zentrifugen und dergleichen, insbesondere an Ultrazentrifugen.

20 Bisher übliche Einrichtungen zur Unwuchtmessung an Ultrazentrifugen beruhen beispielsweise auf dem Prinzip, dass die Rotorwelle der Zentrifuge bei Auslenkung durch Unwucht einen sie in einem bestimmten Abstand umgebenden Ring berührt, der drehbar gelagert ist und durch die Berührung mitgenommen wird und dessen Bewegung überwacht  
25 wird. Dieses System ist jedoch mechanisch verhältnismässig aufwendig, so dass schon seit geraumer Zeit das Bedürfnis nach einer nicht-mechanischen Lösung bestand.

30 Es wurden auch bereits Versuche durchgeführt, die Unwucht optisch zu messen. Dies hat sich jedoch kaum bewährt, da die Sensoren im Umfeld von Ultrazentrifugen sehr störanfällig sind. Somit bestand also nach wie vor das Bedürfnis nach einer möglichst vollelektronischen Lösung zur Feststellung der Unwucht einer Zentrifuge,  
35 insbesondere einer Ultrazentrifuge.

Die Aufgabe der Erfindung bestand demnach darin, eine berührungslose Unwuchtmessung an Zentrifugen bereitzustellen, die wenig stör anfällig ist und verhältnismässig geringen Material- und Arbeitsaufwand bei der Herstellung  
5 erfordert.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch gelöst, dass am feststehenden Teil der Zentrifuge in der Nähe eines ringförmigen Teil des Rotors ein Magnetfeldfühler ange-  
10 ordnet ist, der durch Auslenkungs- und/oder Präzessionsbewegungen der Rotorwelle entstehende Veränderungen der Geometrie des Spalts zwischen dem ringförmigen Teil und dem Fühler erfasst.

15 Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung weist der Rotor einen koaxial angeordneten flanschförmiges Teil auf, gegenüber dessen Stirnseite der Fühler angeordnet ist. Als Fühler kommt vorzugsweise ein magnetfeldabhängiger Widerstand oder ein Hallgenerator in  
20 Frage. Der flanschförmige Teil ist vorzugsweise aus Weicheisen. Nach einer weiteren bevorzugten Ausbildung der Erfindung ist der Fühler ein Differentialfühler.

Nachfolgend wird anhand der beiliegenden Zeichnung  
25 eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die einzige Figur zeigt eine schematische Darstellung der wesentlichen Teile des Rotors und des feststehenden  
30 Teils einer Ultrazentrifuge mit einer Einrichtung zur Unwuchtmessung nach der Erfindung.

In der oberen Hälfte der Figur sind die für die erfindungsgemässe Unwuchtmessung wesentlichen Teile  
35 einer Ultrazentrifuge schematisch im Schnitt dargestellt. An der Rotorwelle 1 ist ein üblicherweise als Adapter 2 bezeichneter Aufnahmekopf für den Zentrifugenrotor angebracht. An diesem Adapter 2 ist ein ring- oder flanschfö-

miger Teil 3 aus Weicheisen ausgebildet, der nachfolgend als Messflansch bezeichnet wird. Anstelle der direkten Verbindung mit der Rotorwelle oder dem Adapter kann der Messflansch auch am (nicht gezeigten) Rotor 5 angeordnet  
5 sein. Der Messflansch 3 weist eine ringförmige Stirnfläche 4 auf, die eine zur Rotorachse senkrechte Ebene definiert.

In einem geringen Abstand von der ebenen Stirnfläche des Messflansches 3 ist am feststehenden Teil der Zentri-  
10 fuge ein Magnetfeldfühler 6 angeordnet. Der Fühler ist ein Differentialfühler, bestehend aus zwei magnetfeldabhängigen Widerständen 7, 8, die auf einem gemeinsamen Permanentmagneten 9 befestigt sind. Solche Differentialfühler sind handelsübliche Bauelemente und beispielsweise unter  
15 der Typenbezeichnung FP 210 L 100 von der Firma Siemens erhältlich. Selbstverständlich sind auch andere Differentialfühler aus magnetfeldabhängigen Widerständen, sowie auch einzelne Feldplatten oder Anordnungen aus Hallgeneratoren verwendbar.

20

Neben dieser bevorzugten Ausführungsform ist es natürlich auch möglich, den Messflansch 3 aus permanentmagnetischem Material auszubilden. Dafür würde der Permanentmagnet 9, auf dem die beiden Feldplatten montiert  
25 sind, wegfallen bzw. durch ein Weicheisenplättchen ersetzt werden.

Der zum Zweck dieser Beschreibung als Spalt bezeichnete Abstand zwischen der Stirnfläche 4 des Mess-  
30 flansches 3 und dem Differentialfühler 6 liegt vorzugsweise zwischen 0,2 und 0,7 mm. Selbstverständlich sind diese Werte für die Funktion der Erfindung keine absoluten Grenzwerte.

35 Bei der vorgegebenen Geometrie des Spalts zwischen dem Messflansch 3 und dem Fühler 6 besteht ein bestimmtes konstantes Magnetfeld, was einen bestimmten Widerstandswert in den beiden Feldplatten zur Folge hat. Die Geometrie des

Spalts, wie sie bei stillstehendem Rotor besteht, ändert sich auch bei laufender Zentrifuge nicht, solange keine Unwucht besteht, so dass die Achse der Welle ruhig steht. Im Fall einer Unwucht jedoch bewegt sich die Achse aus  
5 ihrer Ruhelage heraus. Dies führt zu einer Veränderung der Geometrie des Spalts und damit zu einer Aenderung des im Spalt bestehenden Magnetfelds. Diese Feldänderung hat wiederum eine Widerstandsänderung in den Feldplatten zur Folge.

10

Da die Verschiebung des Messflansches 3 relativ zum Differentialfühler 6 in der Richtung senkrecht zur Achse erfolgt, ist der Fühler so angeordnet, dass die beiden Feldplatten 7, 8 in zur Achse radialer Richtung  
15 hintereinander liegen.

Wenn die Achse schräg steht, entsteht beim Zentrifugieren zusätzlich zur Auslenkung, bzw. auf Grund der Auslenkung eine Präzessionsbewegung der Achse, was zu  
20 einer zeitlichen Aenderung der Auslenkung an der Stelle des Fühlers 6 und damit zu einer zeitlichen Aenderung der Widerstandswerte führt.

Eine schrägstehende Rotorachse kann dadurch entstehen, dass das Gerät nicht absolut waagrecht steht  
25 oder auch dadurch, dass der Rotor ungleich gefüllt ist.

Zur Erfassung der Widerstandswerte der Feldplatten sind die beiden magnetfeldabhängigen Widerstände in  
30 eine Brückenschaltung 10 eingeordnet, aus der in bekannter Weise mit Hilfe eines geeigneten Verstärkers 11 ein Ausgangssignal erzeugt wird.

Das Ausgangssignal besteht in einer Spannung, die  
35 zur Auslenkung in radialer Richtung zur Rotorachse proportional ist. Es handelt sich also um ein analoges Signal, was einen erheblichen Vorteil der erfindungsgemässen Einrichtung ausmacht. Die herkömmlichen Einrichtungen zur

Bestimmung der Unwucht bei einer Zentrifuge, die auf dem Prinzip der Berührung eines kugelgelagerten Rings durch die Achse beruhen stellen digitale Sensoren dar: Bei einer bestimmten kritischen Auslenkung wird ein Signal  
5 abgegeben. Durch die mechanische Konstruktion war es nicht möglich die Empfindlichkeit, d.h. die Ansprechschwelle der Auslenkung zu variieren, insbesondere nicht während des Betriebs.

10 Durch das erfindungsgemässe System, bei dem ein analoges Signal erzeugt wird, ist nun eine Aenderung der Empfindlichkeit ohne weiteres möglich, auch während des Betriebs. Dies stellt einen erheblichen Vorteil dar, weil dadurch die Möglichkeit besteht, die Empfindlichkeit  
15 bei niedrigeren Drehzahlen, bei denen erfahrungsgemäss grössere Auslenkungen vorkommen, die aber bei diesen Drehzahlen den Rotor nicht gefährden, kleiner zu wählen und sie bei höheren Drehzahlen, wenn die Selbststabilisierung des Rotors vollzogen ist, höher zu schalten.  
20 Dadurch wird erreicht, dass in all den Fällen, in denen früher eine Zentrifuge abgeschaltet hat, weil bei relativ niedrigen Drehzahlen infolge kritischer Schwingungen Auslenkungen aufgetreten sind, die bei grösseren Drehzahlen den Rotor gefährden würden, die Zentrifuge weiter-  
25 laufen kann, sofern sich der Rotor oberhalb der kritischen Drehzahl wieder stabilisiert.

Zur Umschaltung der Ansprechempfindlichkeit der Unwuchtmessung sind in der Schaltung folgende Massnahmen  
30 vorgesehen: Dem Verstärker 11 ist ein Komparator 12 nachgeschaltet, dem das Ausgangssignal des Verstärkers zugeführt wird und dessen Referenzeingang drehzahlabhängig verändert werden kann. Sobald das Unwuchtmesssignal die Referenzspannung  $V_R$  übersteigt, wird am Signalausgang  
35 13 ein Warnsignal abgegeben.

Alternativ kann das am Ausgang des Verstärkers 11 zur Verfügung stehende Signal auch über einen Mikro-

prozessor weiterverarbeitet werden.

5

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche

1. Einrichtung zur berührungslosen Unwuchtmessung an Zentrifugen und dergleichen, insbesondere an Ultra-  
5 zentrifugen, gekennzeichnet durch einen am feststehenden Teil der Zentrifuge in der Nähe eines sich mit dem Rotor (5) drehenden ringförmigen Teils (3) angeordneten Magnetfeldfühler (6) zur Erfassung der durch Auslenkungs- und/oder Präzessionsbewegungen der Rotorachse entstehenden  
10 Veränderungen der Geometrie des Spalts zwischen dem ringförmigen Teil (5) und dem Fühler (6).

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an der Rotorwelle (1), dem Adapter (2) oder dem  
15 Rotor (5) ein koaxial angeordneter flanschförmiger Teil (3) aus Weicheisen vorgesehen ist.

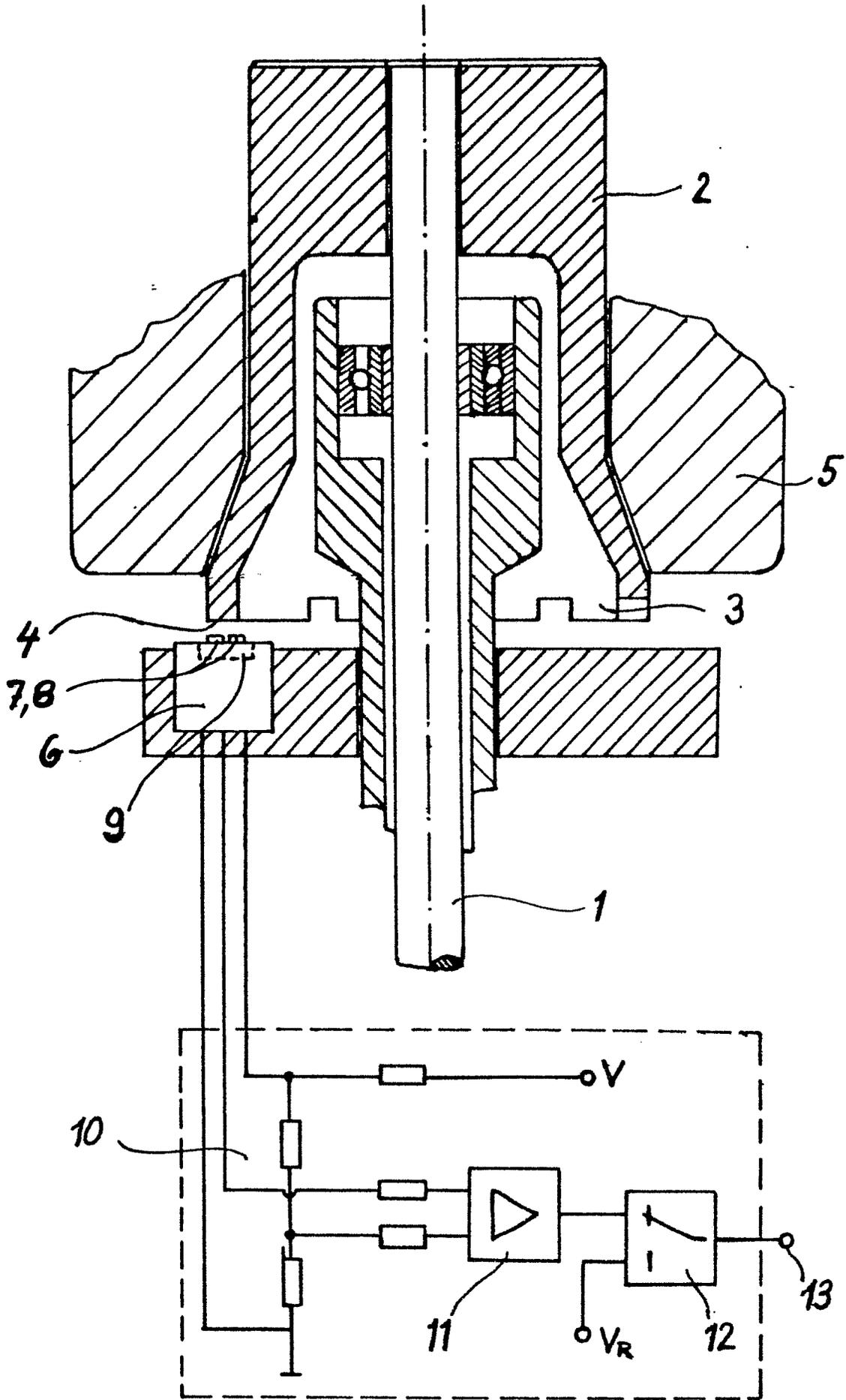
3. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetfeldfühler (6) ein  
20 magnetfeldabhängiger Widerstand oder eine Hallsonde ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Fühler (6) ein Differentialfühler mit zwei auf einem Permanentmagneten (9) angeordneten magnetfeldabhängiger Widerständen (7,8) ist.  
25

\*\*\*

30

35





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. <sup>3</sup> )
X	FR-A-1 298 343 (REACTOR CENTRUM NEDERLAND) * Seiten 1,2 *	1	B 04 B 9/14
X	GB-A- 641 732 (ENGLISH ELECTRIC CY. LTD.) * Seite 2, Zeilen 5-98 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
			B 04 B D 06 F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11-04-1983	Prüfer VERDONCK J. C. M. J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN		E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund			
O : mündliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			