

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89103051.2**

51 Int. Cl.4: **B04B 9/02**

22 Anmeldetag: **22.02.89**

30 Priorität: **25.02.88 DE 3805876**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.08.89 Patentblatt 89/35**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB LI NL**

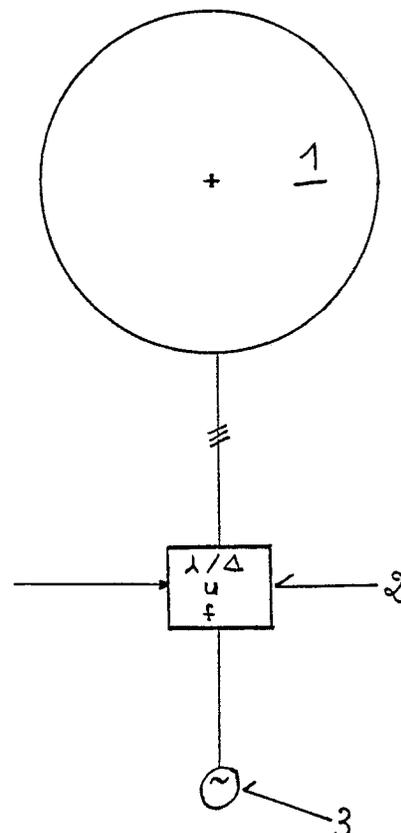
71 Anmelder: **SIGMA LABORZENTRIFUGEN GMBH**  
**An der unteren Söse Postfach 17 27**  
**D-3360 Osterode/Harz(DE)**

72 Erfinder: **Römer, Karl Heinz**  
**Fuchshaller Weg 18**  
**D-3360 Osterode/Harz(DE)**

74 Vertreter: **Sobisch, Peter, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Dipl.-Inge. Röse, Kosel &**  
**Sobisch Odastrasse 4a Postfach 129**  
**D-3353 Bad Gandersheim 1(DE)**

54 **Zentrifuge für Laborzwecke.**

57 Die bekannten Techniken zur Drehzahlregelung von Elektroantrieben sind für eine Aussteuerung des gesamten, bei Laborzentrifugen praktisch interessierenden Drehzahlbereichs nicht geeignet bzw. zu kostenaufwendig. Erfindungsgemäß wird ein Drehstromantrieb vorgeschlagen, dessen Drehzahlregelung im wesentlichen auf einer Stern-Dreieck-Umschaltung in Verbindung mit einer Spannungs- und Frequenzwandlung basiert. Es wird in Abhängigkeit von einer vorgewählten Drehzahl selbsttätig die Synchrondrehzahl angesteuert bzw. die Stern-Dreieck-Umschaltung aktiviert, wobei sich in Verbindung mit der Lastcharakteristik des jeweiligen Zentrifugenrotors aus der Überlagerung dieser Techniken ein Drehzahlsteuerbereich ergibt, der sowohl nieder- als auch hochtourige Laborzentrifugen oder sonstige kleine Zentrifugen umfaßt. Es können somit mit einem Elektroantrieb in kostengünstiger Weise sämtliche praktisch relevanten Drehzahlbereiche derartiger Zentrifugen überdeckt werden.



EP 0 330 162 A2

## Zentrifuge für Laborzwecke

Die Erfindung bezieht sich auf eine Zentrifuge entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einigen, für den Laborbereich konzipierten, für einen diskontinuierlichen Betrieb ausgelegten Zentrifugen befinden sich die zu zentrifugierenden Stoffe in Bechern, Glasröhrchen oder dergleichen, welche letztere einzeln oder gruppenweise in besondere Aufnahmeeinrichtungen eines Rotors eingesetzt sind. Lediglich beispielhaft seien in diesem Zusammenhang Schwenkbecherrotoren, bei denen das jeweilige Glasröhrchen während des Zentrifugierens in eine radiale Richtung frei ausschwenken kann und Winkelrotoren genannt, bei denen die Längsachse des Glasröhrchens während des Zentrifugierens stets unter einem festen Winkel zur Achse des Rotors angeordnet ist. Entsprechend ihrem Verwendungszweck, insbesondere den Eigenschaften der zu zentrifugierenden Stoffe werden diese Rotoren in unterschiedlichen Drehmoment- und Drehzahlbereichen eingesetzt.

Zum Antrieb der Rotoren, insbesondere zur Drehzahlregelung sind eine Reihe von Systemen bekannt, die jedoch entsprechend den auszusteuern den Drehmoment- und Drehzahlbereichen unterschiedlich ausfallen. So werden Schwenkbecherrotoren im allgemeinen in einem niedertourigen Bereich bei hohem Drehmoment und Winkelrotoren bei vergleichsweise geringem Drehmoment in einem hochtourigen Bereich betrieben. Der niedertourige Bereich umfaßt in etwa den Bereich von 4.000 bis 6.000 Umdrehungen pro Minute und der hochtourige Bereich den Bereich von 10.000 bis 20.000 Umdrehungen pro Minute.

Bekannt als Antriebssysteme sind Gleichstrommotoren, bei denen eine Drehzahlregelung durch Feldschwächung erfolgen kann. Ausgehend von den dieser Regelungsart zugrunde liegenden technischen Grenzen läßt sich bei üblichen Antrieben etwa eine Verdoppelung einer Nenndrehzahl erreichen. Der ohne Zwischenschaltung eines Getriebes aussteuerbare Drehzahlbereich ist damit im Vergleich zu den obengenannten unterschiedlichen Drehzahlbereichen begrenzt und es kann auf diesem Wege insbesondere nicht der gesamte, für Laborzentrifugen benötigte Drehzahlbereich überdeckt werden. Außerdem gelten die Kommutierungseinrichtungen von Gleichstrommaschinen als störanfällig und damit wartungsaufwendig.

Bekannt sind weiterhin Drehstromantriebe, bei denen eine Drehzahlregelung über eine Veränderung der Netzfrequenz bzw. der Synchrondrehzahl erfolgt. So ist beispielsweise aus DE-OS 37 14 627 ein Drehstromantrieb für einen Zentrifugalseparator größerer Leistung bekannt, bei dem ein serienmäßiger Drehstrom-Asynchronmotor in Verbindung mit

einem Frequenzumrichter drehzahlsteuerbar ausgebildet ist. Die durch den Frequenzumrichter bewirkte Schlupfsteuerung ist unterhalb eines Nennbetriebszustands mit Hinblick auf ein konstantes motorisches bzw. generatorisches Drehmoment ausgelegt. Diese Antriebssysteme, die im übrigen oberhalb eines Nennbetriebszustands mit konstanter Leistung, somit sinkendem Drehmoment betrieben werden können, gelten jedoch für kleine oder Laborzentrifugen zumindest dann als verhältnismäßig kostenaufwendig, wenn die oben aufgeführten Drehzahlbereiche ausgesteuert werden müssen. Andererseits zeichnen sich Drehstromantriebe aufgrund des Fortfalls von Kommutierungseinrichtungen durch eine wesentlich geringere Störanfälligkeit aus. Gegenüber Gleichstromantrieben ergibt sich darüber hinaus insbesondere in den oberen Drehzahlbereichen der Vorteil einer geringeren Geräuschentwicklung.

Es ist darüber hinaus bekannt, die Drehzahl von Drehstrommotoren - wenn auch stufenweise - durch Polumschaltung zu bewirken. Schließlich sind auch Stern-Dreieck-Umschalteinrichtungen bekannt, durch welche die jeweilige Drehzahl-Drehmoment-Charakteristik, insbesondere die Stromaufnahme veränderbar ist, welche bei Drehstrommotoren häufig als Mittel zur Strombegrenzung in der Anlaufphase benutzt werden.

Für die Auslegung des Antriebssystems von Laborzentrifugen ergibt sich aus alledem sowohl mit Hinblick auf den zu überdeckenden Drehzahlbereich als auch auf die Kostensituation, daß entsprechend dem Verwendungsbereich der Zentrifugen unterschiedliche Antriebssysteme verwendet werden müssen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Zentrifuge der eingangs bezeichneten Gattung dahingehend auszugestalten, daß in einfacher und kostengünstiger Weise mit einem Antriebssystem der Drehzahlbereich zumindest von 0 bis 20.000 Umdrehungen pro Minute aussteuerbar ist. Gelöst ist diese Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Zentrifuge durch die Merkmale des Kennzeichnungsteils des Anspruchs 1.

Wesentlich ist, daß zumindest zwei Eingriffsmöglichkeiten, und zwar einander ergänzend bzw. gleichzeitig oder nacheinander benutzt werden, um in Verbindung mit der jeweiligen Lastcharakteristik des Zentrifugenrotors unterhalb eines Nennbetriebszustands eine bestimmte Drehzahl einzustellen. Durch die, der Stern-Dreieck-Umschaltung dienenden Funktionselemente wird in einfachster Weise der Aussteuerungsbereich der Spannung und in Verbindung mit einer Frequenzregelung auch der Drehzahl erreicht. Bei Laborzentrifugen ist das auf-

zuwendende Drehmoment ungefähr proportional zur dritten Potenz der Drehzahl. Als Elektroantrieb wird erfindungsgemäß ein herkömmlicher Drehstrommotor eingesetzt, dessen an den Wicklungssystemen des Stators anliegende Spannung mittels der Steuereinheit von einer Sternpunkt- auf eine Phasenspannung und umgekehrt schaltbar ist, wobei zu dieser Umschaltmöglichkeit eine Frequenzwandlung bzw. Änderung der Synchrondrehzahl hinzutritt. Praktisch ist durch diese erfindungsgemäße Zusammenfassung von Spannungs- und Frequenzregelung in kostengünstiger Weise erreichbar, daß bei den im Laborbereich eingesetzten Zentrifugen mit einem Antriebssystem hochtourige und niedertourige Zahlen erreichbar sind. Über die Steuereinheit wird für eine vorgewählte Drehzahl eine beispielsweise unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrades optimale Einstellung der Parameter Spannung, Netzfrequenz sowie der Stern-Dreieck-Umschaltung vorgenommen. Diese Einstellung kann durch zahlreiche weitere Randbedingungen noch ergänzt werden. Genannt sei hier beispielsweise eine Begrenzung des Anlaufstromes, ein möglichst rascher Hochlauf, ein hohes Drehmoment im unteren Drehzahlbereich usw. Die optimale Auswahl der Parameter für den jeweiligen Einzelfall kann entsprechend der Vorgabe von Drehzahl, Drehmoment, Leistung und sonstige Randbedingungen prozessorgesteuert erfolgen.

Ein im erfindungsgemäßen Sinne ausgestalteter Elektroantrieb ermöglicht in kostengünstiger Weise auch bei kleinen Zentrifugen bzw. bei Laborzentrifugen die Verwendung von wartungsarmen und betriebssicheren Drehstrommotoren. Grundsätzlich können hier Asynchron- oder Synchronmaschinen verwendet werden. Im folgenden wird unter Bezugnahme auf das Schaltschema gemäß der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden.

Mit 1 ist ein Elektromotor bezeichnet, welcher als Drehstrom-Asynchronmotor ausgebildet ist, welcher den Antrieb einer Laborzentrifuge bildet, auf deren zeichnerische Darstellung jedoch verzichtet worden ist. Es steht dieser Elektromotor 1 über eine Steuereinheit 2 mit einer Wechselspannungsquelle 3 in Verbindung, welche als Ein- oder auch Dreiphasenanschluß ausgebildet sein kann. Es kann demzufolge die Steuereinheit 2 unter anderem auch Funktionselemente zur Erzeugung einer Dreiphasen-Wechselspannung aufweisen.

Erfindungsgemäß erfolgt die Drehzahlsteuerung des Elektromotors 1 durch eine entsprechende Steuerung der an dessen Statorwicklungen gelegten Spannung und Frequenz, wobei erstere durch eine Stern-Dreieck-Umschaltmöglichkeit ergänzt wird. Es können hier grundsätzlich die an sich bekannten Techniken zur Frequenz- und Spannungswandlung eingesetzt werden, so daß auf

eine detaillierte schaltungstechnische Darstellung verzichtet wird.

Beispielsweise kann die Steuereinheit derart ausgelegt sein, daß bei Frequenzen unterhalb eines durch Nennfrequenz und Nennspannung charakterisierten Nennbetriebes der Elektromotor 1 mit konstantem Drehmoment und bei Frequenzen oberhalb dieses Nennbetriebes mit konstanter Leistung, somit sinkendem Drehmoment betrieben wird. In Abweichung von dem einschlägigen Stand der Technik ist jedoch der Bereich unterhalb des Nennbetriebes aufgrund der Umschaltmöglichkeit von einer Sternpunkt- auf eine Phasenspannung erweiterbar, so daß der Bereich, innerhalb welchem ein Betrieb mit konstantem Drehmoment möglich ist, entsprechend groß ausfällt.

Geht man davon aus, daß in dem erstgenannten Drehzahlbereich Spannung und Frequenz mit Hinblick auf ein konstantes Drehmoment angesteuert werden, ergibt sich aufgrund der Stern-Dreieckumschaltung eine Drehzahlsteigerung gegenüber einer Nennspannung in der Sternpunktumschaltung um 173%. Durch Frequenzerhöhung über die Nennfrequenz hinaus kann bei sinkendem Drehmoment eine weitere Drehzahlsteigerung um 200% erreicht werden, so daß - bezogen auf die Nenndrehzahl bei Sternpunktspannung insgesamt nahezu eine Vervierfachung der Drehzahl erreichbar ist.

Da sich die Nennströme von Dreieck- und Sternschaltung wie 3 : 1 verhalten, besteht die Möglichkeit, in der Anlaufphase, somit in der Sternschaltung den Wert des Nennstroms der Dreieckschaltung als Strombegrenzung zu benutzen, so daß in dieser Anlaufphase ein diesem Strom entsprechend hohes Beschleunigungsmoment für den raschen Hochlauf zur Verfügung steht. Da die, die Steuereinheit 2 bildenden Funktionselemente der Leistungselektronik ohnehin zumindest entsprechend dem Nennstrom der Dreieckschaltung ausgelegt sein müssen, ergibt sich durch diese genannte Strombegrenzung während der Anlaufphase keine Überlastung der Steuereinheit.

Da die Steuereinheit 2 entsprechend den verhältnismäßig hohen Nennströmen der Dreieckschaltung ausgelegt sein muß, ergibt sich jedoch auch der Vorteil, daß diese hohe Belastbarkeit dazu benutzt werden kann, um allgemein im unteren Drehzahlbereich hohe Drehmomente aufzubringen.

Es kann die Steuereinheit 2 ein prozessorgesteuertes Regelsystem umfassen, mittels welchem der Benutzer der Zentrifuge eine bestimmte Drehzahl, ggf. in Verbindung mit einem bestimmten Drehmoment oder eine dementsprechenden Leistung vorgibt, woraufhin die diesen Daten entsprechende optimale Aussteuerung der genannten Parameter, nämlich Frequenz, Spannung und Stern-Dreieckumschaltung mittels entsprechender Regel-

kreise selbsttätig erfolgen kann.

### Ansprüche

Zentrifuge für Laborzwecke, bestehend aus wenigstens einem Rotor und einem als Drehstrommotor (4) ausgebildeten Elektroantrieb nebst einer zumindest Funktionselemente zur Frequenz- und Spannungsregelung aufweisenden Steuereinheit (7), mittels welcher unterhalb eines durch Drehmoment und Drehzahl definierten Nennbetriebszustands ein konstantes Drehmoment und oberhalb desselben eine konstante Leistung vorgebar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (7) zusätzlich Funktionselemente zur Stern-Dreieck-Umschaltung umfaßt welche unterhalb des Nennbetriebszustands schaltbar sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

