



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 408 045 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 188/98
(22) Anmeldetag: 30.01.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.2000
(45) Ausgabetag: 27.08.2001

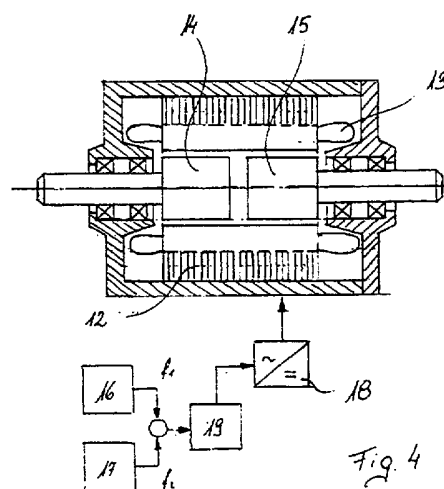
(51) Int. Cl.⁷: **H02K 16/02**
H02K 16/00, 51/00, H02P 7/74

(56) Entgegenhaltungen:
US 4387335A WO 94/19208A1 US 5334898A
DE 840411C US 3789281A JP 5-276719A
EP 0577980A1 DE 890088C DE 3142740A1
EP 0798844A1 EP 0817359A1

(73) Patentinhaber:
SCHRÖDL MANFRED DIPL.ING. DR.
A-7223 SIEGGRABEN, BURGENLAND (AT).

(54) ELEKTRISCHE MASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine in Drehstromausführung mit mindestens einer Statorwicklung (13) und mindestens zwei, mechanisch voneinander getrennten, Rotoren (14, 15), wobei die Rotoren (14, 15) die gleiche Rotationsachse aufweisen. Jeder Rotor (14, 15) steht mit dem elektromagnetisch aktiven Stator (12) in elektromagnetischer Wechselwirkung. Die Anspeisung einer Statorwicklung (13) erfolgt mit einer über eine von der Motorsteuerung gesteuerte Superposition aus mindestens zwei Drehfeldanteilen (f_1 , f_2), je ein Drehfeldanteil je Rotor (14, 15).



AT 408 045 B

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine in Drehstromausführung mit mindestens einer Statorwicklung und mindestens zwei, mechanisch voneinander getrennten, Rotoren, wobei die Rotoren die gleiche Rotationsachse aufweisen und daß jeder Rotor mit dem elektromagnetisch aktiven Stator in elektromagnetischer Wechselwirkung steht.

5 Es ist bekannt, zur elektromechanischen Energiewandlung Drehstrommaschinen vorteilhaft einzusetzen. Diese weisen einen Stator mit einem Drehstromwicklungssystem auf, das von elektrischem Strom durchflossen wird und in Wechselwirkung mit einem Magnetfeld, das entweder durch Dauermagnete, durch Erregerwicklungen, im Fall von Synchronmaschinen, oder durch die Statorwicklung selbst, bei Asynchron- und Reluktanzmaschinen oder durch Kombinationen dieser Mög-

10 lichkeiten erzeugt wird. Bei bekannten elektromechanischen Antrieben oder rein mechanischen Antrieben, wie beispielsweise Getriebe, bei denen zwei verschiedene, vorzugsweise unabhängige Drehzahlen benötigt werden, ist die Herstellung sehr aufwendig.

Aus der US 4 387 335 A ist eine elektrische Maschine mit zwei Rotoren, die gleiche Rotationsachse aufweisen, mechanisch voneinander getrennt sind und den elektromagnetisch aktiven Stator zwischen sich angeordnet haben, bekannt.

Aus der WO 94/19208 A1 ist ein elektrisches Differential, das aus zwei Statorwicklungen in einem Gehäuse besteht, bekannt. In jeder Statorwicklung ist jeweils ein Rotor und die beiden Rotoren sind mechanisch getrennt angeordnet.

20 Weiters ist aus der US 5 334 898 A eine elektrische Maschine mit zwei scheibenförmigen Rotoren, die an den Stirnseiten des dazwischen liegenden Stators angeordnet sind, bekannt.

Aus der DE 840 411 C ist eine elektrische Maschine mit zwei mechanisch getrennten Rotoren in einem Gehäuse bekannt. Der zwischen den Rotoren angeordnete Stator ist jeweils durch einen radialen oder axialen Luftspalt von diesem getrennt angeordnet.

25 Aus der US 3 789 281 A ist eine Ansteuerung einer elektrischen Maschine mit zwei Rotoren bekannt, die miteinander gekoppelt sind.

Aus der JP 5-276 719 A ist eine elektrische Maschine in einem Gehäuse bekannt. Diese Maschine weist mechanisch getrennte Rotoren unter einer Statorwicklung auf. Verwendung findet diese Maschine als Differential für Autos.

30 Ferner ist aus der EP 0 577 980 A1 eine Beschaltung einer elektrischen Maschine mit zwei Statorwicklungen für je einen Rotor bekannt. Die beiden Rotoren sind mechanisch gekoppelt.

Aus der DE 890 088 C ist eine elektrische Maschine, die je einen außen und einen innen liegenden Rotor mit dazwischen liegenden Stator aufweist, bekannt.

35 Aus der DE 31 42 740 A1 ist eine Schlagbohrmaschine mit einem elektrischen Antrieb bekannt, wobei die elektrische Maschine eine Gleichstrommaschine ist. Diese Gleichstrommaschine weist zwei Rotoren und einen gemeinsamen Stator auf, wobei der gemeinsame Stator eine für beide Rotoren gemeinsame Feldwicklung besitzt.

40 Weiters ist aus der EP-A-798844 eine elektrische Maschine in Drehstromausführung bekannt, die in einem Gehäuse einen Stator mit mindestens einer Statorwicklung und mindestens zwei, mechanisch voneinander getrennte, Rotoren aufweist. Die Rotoren weisen die gleiche Rotationsachse auf und jeder Rotor steht mit dem elektromagnetisch aktiven Stator in elektromagnetischer Wechselwirkung, wobei die Drehzahlen der Rotoren gleich oder unterschiedlich sind.

Abschließend ist noch aus der EP-A-817359 ein Elektromotor bekannt, der einen Stator und zwei auf einer Achse liegende Rotoren aufweist und der als Fahrzeugantrieb einsetzbar ist.

45 Alle die oben aufgezeigten elektrischen Maschinen weisen jedoch den Nachteil auf, daß sie zur Erzeugung und Führung von zwei unterschiedlichen Drehzahlen bzw. Drehmomenten vorwiegend zwei Statorwicklungen und zwei Stromrichter benötigen, wodurch einerseits ein großer Bauraum und andererseits eine teure Hardware erforderlich sind.

50 Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrische Maschine zu schaffen, die die oben aufgezeigten Nachteile vermeidet und mit der zwei verschiedene, vorzugsweise unabhängige Drehzahlen realisiert werden können, wie sie beispielsweise bei Antrieben von Kraftfahrzeugen oder bei Kolbenmaschinen benötigt werden.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Anspeisung einer Statorwicklung mit einer über eine von der Motorsteuerung gesteuerte Superposition aus mindestens zwei Drehfeldanteilen, je ein Drehfeldanteil je Rotor, erfolgt.

Mit der Erfindung ist es erstmals möglich, ein elektrisches Antriebssystem zu schaffen, das wirtschaftlich hergestellt und eingesetzt werden kann. Der überraschende Vorteil ist dadurch gegeben, daß die Steuerung von zwei auf unterschiedliche Drehzahlen laufende, elektrisch versorgte, Rotoren mit möglichst einfacher Hardware und vorzugsweise mit einer Statorwicklung und nur einer anspeisenden Leistungselektronik, möglich ist. Vor allem ist es vorteilhaft, daß gegenüber den bekannten Lösungen etwa die Hälfte an elektrischen Komponenten und Wicklungsaufwand notwendig ist.

Vorteilhaft bei dieser Erfindung ist es weiters, daß gegenüber bekannten elektromechanischen Antrieben oder rein mechanischen Antrieben, wie Getrieben, bei denen zwei verschiedene, vorzugsweise unabhängige Drehzahlen benötigt werden, wesentliche Teile, wie beispielsweise das Statorblechpaket, Gehäuseelemente, Teile der Steuerung eingespart werden können. Das erfindungsgemäße Antriebssystem kann beispielsweise bei Pumpen-/Lüfterkombinationen wie bei Ölbrenner-Antrieben oder Kühlaggregaten, Motor-/Motorlüfterkombinationen, oder als Antrieb mit Differentialwellen mit zwei mechanischen Ausgängen eingesetzt werden. Es können auch, vorteilhaft mechanische Getriebe variabler Übersetzung auf elektrischem Weg realisiert werden, bei denen außerdem elektrische Energie aus der mechanisch-elektrisch-mechanischen Wandlerstufe ein- oder ausgekoppelt werden kann. Beispielsweise kann auf diese Weise ein Antrieb für ein Kraftfahrzeug mit Getriebefunktion, Kupplungsfunktion, Starterfunktion und integrierter Stromerzeugung realisiert werden. Es können auch Rüttelmomente auf einer Getriebeseite, wie sie zum Beispiel bei Kolbenmaschinen entstehen, über die elektrische Zwischenstufe durch periodische elektrische Leistungszu- und -abfuhr kompensiert werden.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung weist der Stator zwei getrennte Wicklungen auf, wobei die Anspeisung jeder Wicklung von einer unabhängig steuerbaren, elektrischen Energiequelle erfolgt und jede Wicklung mit mindestens zwei Rotoren elektromagnetisch in Wechselwirkung steht. Der Vorteil dieser Anordnungen mit zwei unabhängigen Wicklungen liegt darin, daß die beiden Teilmaschinen völlig unabhängig voneinander gesteuert werden können und sich gegenseitig sehr wenig beeinflussen.

Eine Wicklung des Stators kann als Nut- oder Luftspaltwicklung ausgeführt sein. Vorteilhaft dabei ist, daß diese Wicklungen rationell hergestellt werden können.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Rotor als Innenläufer ausgeführt. Gemäß einem weiteren Merkmal ist mindestens ein Rotor als Außenläufer ausgeführt. Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist mindestens ein Rotor als Innenläufer und mindestens ein Rotor als Außenläufer ausgeführt. Durch diese Ausgestaltungen ist eine kompakte Ausführung der Maschine möglich.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Rotoren und der Stator nach dem Prinzip eines Scheibenläufers aufgebaut. Dabei befinden sich die zwei Wicklungen als Nut- oder Luftspaltwicklung an der linken und an der rechten Seite des als Scheibentyp aufgebauten Stators. Die Rotoren sind entsprechend ebenfalls als Scheibenläufer mit Permanentmagnetenerregung, Käfigläufer, Reluktanzaufbau, etc. zur linken und zur rechten Seite des Stators angeordnet. Die beiden Statorwicklungssysteme werden wiederum von im allgemeinen unterschiedlichen Spannungsquellen gespeist.

Wie bereits erwähnt, weist der Stator eine Wicklung auf, wobei diese Wicklung ein magnetisches Feld mit mindestens zwei ausgeprägten Drehfrequenzanteilen erzeugt, die selektiv mit den Rotoren in elektromagnetische Wechselwirkung treten. Der Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, daß eine Wicklung samt dazugehöriger Anspeisung, vorzugsweise ein Umrichter, eingespart wird und die beiden Frequenzanteile bereits auf der Signalseite durch die zwei Teilmotorsteuerungen bzw. Regelungen überlagert sind und mit einem gemeinsamen Leistungsteil über die Ansteuerung eingespeist wird. Dieser Vorteil wird durch erhöhte Verluste und Rüttelmomente erkauft, die aber oft gegenüber der Verbilligung des Antriebs in Kauf genommen werden können.

Mit mindestens einer Wicklung des Stators treten mindestens zwei Rotoren in elektromagnetische Wechselwirkung. Die beiden Rotoren der Doppelrotormaschine treten selektiv mit frequenzmäßig verschiedenen Drehfeldanteilen des Drehfeldes in Wechselwirkung und laufen daher mit entsprechend im allgemeinen verschiedenen Drehzahlen.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung beziehen oder geben die Wicklungen des Stators über leistungselektronische Stellglieder, wie beispielsweise Transistor-, GTO-Umrichter,

Diodengleichrichter, die elektrische Energie ab. Von Vorteil dabei ist, daß mit dem heutigen Standard dieser Technologie eine einwandfreie Funktion gewährleistet ist.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind mindestens zwei Rotoren über ein leistungselektronisches Stellglied als elektrisches Getriebe verkoppelt. Die Ausführung der Doppel- bzw. Multirotormaschine als Getriebe bietet die Möglichkeit einer stufenlosen Drehzahlübersetzung mit einfacher Steuerbarkeit über eine elektrische Zwischenstufe. Weiters stellt sie bei Bedarf eine Kupplungsfunktion zur Verfügung, wobei ausgekuppelt ist, wenn ein Leistungsteil nicht freigegeben wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist über die elektrische Getriebe-Zwischenstufe elektrische Energie mit einem elektrischen System austauschbar. Vorteilhaft dabei ist, daß zusätzlich aus dem elektrischen Zwischenkreis Leistung entnommen werden kann, um eine elektrische Energieversorgung zu realisieren. Weiters kann durch elektrische Energiezufuhr vorübergehende oder dauernde erhöhte mechanische Leistung am Getriebeausgang zur Verfügung gestellt werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Rotoren als Differentialgetriebe ausgeführt. Vorteilhafterweise kann durch vorzugsweise elektrische Energiezufuhr und beidseitige mechanische Energieabfuhr eine Differentialgetriebefunktion realisiert werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind ein gemeinsames leistungselektronisches Eingangsmodul und eine der Anzahl der Wicklungen entsprechende Anzahl von leistungselektronischen Ausgangsmodulen vorgesehen, deren Steuerung von der Motorsteuerung erfolgt. Dadurch können Drehmomentschwankungen an einem mechanischen Eingang des Getriebes durch elektrische Energiezu- und -abfuhr kompensiert werden oder auch willkürlich erzeugt werden, beispielsweise bei einer Rüttel- oder Losbrechfunktion.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung erfolgt eine Startprozedur der Rotoren drehzahlmäßig selektiv. Die beiden Rotoren der Doppelrotormaschine treten selektiv mit frequenzmäßig verschiedenen Drehfeldanteilen des Drehfeldes in Wechselwirkung und laufen daher mit entsprechend im allgemeinen verschiedenen Drehzahlen. Die Selektion der Frequenzen erfolgt beispielsweise durch unterschiedliche Trägheitsmomente, zeitabhängig lösbare Bremsen, oder unterschiedliche Rotortypen.

Die Erfindung wird an Hand von Ausführungsbeispielen, die in der Zeichnung dargestellt sind, näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt eine Doppelrotormaschine, wobei der Stator zwei unabhängige Wicklungen aufweist,

Fig. 2 die dazugehörige Steuerung,

Fig. 3 eine Scheibenläuferanordnung,

Fig. 4 eine Doppelrotormaschine mit einer Wicklung und

Fig. 5 ein Getriebe mit variablem Drehzahlverhältnis und optionaler elektrischer Energie Ein- und Auskopplung.

Grundsätzlich sind verschiedene Varianten von Doppelrotor-Maschinen möglich. Gemäß der Fig. 1 ist eine Doppelrotormaschine mit einem Stator 1 der zwei unabhängige Wicklungen 2, 3 aufweist, dargestellt. Bei der zylindrischen Motoranordnung befindet sich eine Wicklung 2 an der Innenseite des Stators 1 bzw. der Statorbohrung und ist als Nut- oder Luftspaltwicklung ausgeführt. Die zweite Wicklung 3 ist an der Außenseite des Stators 1 als Nut- oder Luftspaltwicklung ausgeführt, wobei die Wicklung 2 mit einem als Innenläufer ausgeführten Rotor 4 sowie die Wicklung 3 mit einem als Außenläufer ausgebildeten Rotor 5 zusammenarbeitet. Die Rotoren 4, 5 können mit Permanentmagneterregung, als Käfigläufer, im Reluktanzaufbau, etc, ausgeführt sein. Die beiden Rotoren 4, 5 sind mechanisch über je eine geeignete Lagerung 6, 7 nach dem Stand der Technik gelagert.

Gemäß der Fig. 2 werden die beiden Wicklungen 2, 3 des Stators 1 von im allgemeinen unterschiedlichen Spannungsquellen gespeist. Die Spannungsquellen sind vorzugsweise Drehstrom-Umrichter 8, 9 mit variabler Frequenz und werden von der elektronischen Steuerung 10 gesteuert. Die Umrichter 8, 9 können vom Ein- oder Mehrphasen-Wechselspannungsnetz über den Eingangsstromrichter 11 oder direkt von einer Gleichspannungsquelle, etwa einer Batterie, versorgt werden. In der Fig. 2 sind symbolisch der Stator 1 und die Wicklungen 2, 3 eingezeichnet.

Der Vorteil der Anordnungen mit zwei unabhängigen Wicklungssystemen ist darin zu sehen,

daß die beiden Teilmaschinen völlig unabhängig voneinander gesteuert werden können und sich gegenseitig sehr wenig beeinflussen.

Gemäß der Fig. 3 ist eine Anordnung als Scheibenläufer gezeigt. Dabei befinden sich die zwei Wicklungen 2, 3 als Nut- oder Luftspaltwicklung an der linken und an der rechten Seite des als Scheibentyp aufgebauten Stators 1. Die Rotoren 4, 5 sind entsprechend ebenfalls als Scheibenläufer mit Permanentmagnetenerregung, Käfigläufer, Reluktanzaufbau, etc. zur linken und zur rechten Seite des Stators 1 angeordnet. Die beiden Wicklungen 2, 3 des Stators 1 werden wiederum von im allgemeinen unterschiedlichen Spannungsquellen entsprechend der Fig. 2 gespeist.

Gemäß der Fig. 4 ist eine Doppelrotormaschine mit einem Stator 12, der nur eine Wicklung 13 aufweist, dargestellt. Die Wicklung 13 wird mit einem Drehstromsystem gespeist, das über die elektrische Ansteuerung zwei Drehfeldkomponenten (über die Frequenzen f_1 , f_2 in Fig. 4 angedeutet) im Drehfrequenzspektrum enthält.

Die beiden Rotoren 14, 15 der Doppelrotormaschine treten selektiv mit frequenzmäßig verschiedenen Drehfeldanteilen f_1 , f_2 des Drehfeldes in Wechselwirkung und laufen daher mit entsprechend im allgemeinen verschiedenen Drehzahlen. Die Selektion der Frequenzen erfolgt beispielsweise durch unterschiedliche Trägheitsmomente, zeitabhängig lösbare Bremsen, oder unterschiedliche Rotortypen. Dabei kann z.B. ein Rotor 14 als Asynchron-Käfigläufer ausgeführt sein, der bei Speisung mit einer entsprechend hohen Frequenz hochläuft, während der zweite Rotor 15 etwa ein von einem Permanentmagnet erregter Rotor ist, der bei Anspeisung mit eben dieser Frequenz im allgemeinen nicht anläuft und nur Pendelmoment entwickelt und anschließend, nachdem der Asynchron-Rotor bereits hochgelaufen ist, durch entsprechende Steuerung, beispielsweise einer feldorientierten Regelung, in seine - zum Asynchron-Rotor 14 unterschiedliche - Drehzahl geführt wird. Es sind auch ähnliche Prinzipien vorstellbar, die verschiedene Drehzahländerungen der beiden Rotoren 14, 15 bei gleicher Anspeisung bewirken. Die beiden Rotoren 14, 15 laufen in einer gemeinsamen Bohrung des Stators 12, beispielsweise als Trommelläufer bzw. auf der gleichen Seite des Stators 12 als konzentrische Kreis/Kreisring- oder Kreisring/Kreisring-Kombination als Scheibenläufer.

Der Vorteil dieser Anordnung mit einer Wicklung 13 ist darin zu sehen, daß eine Wicklung samt dazugehöriger Anspeisung, vorzugsweise einem Umrichter, eingespart wird und die beiden Frequenzanteile bereits auf der Signalseite durch die zwei Teilmotorsteuerungen bzw. Regelungen 16, 17 überlagert und mit einem gemeinsamen Leistungsteil 18 über die Ansteuerung 19 eingespeist werden. Dieser Vorteil wird durch erhöhte Verluste und Rüttelmomente erkauft, die aber oft gegenüber der Verbilligung des Antriebs in Kauf genommen werden können.

Gemäß der Fig. 5 ist ein Getriebe mit variablem Drehzahlverhältnis und optionaler elektrischer Energie Ein- und Auskopplung dargestellt. Die beschriebenen Doppel- oder auch Mehrrotormaschinen können als mechanisches Getriebe mit variabler Übersetzung und optionaler elektrischer Energie-Ein- und Auskopplung geschaltet werden. Dabei wird über den ersten Rotor 20, beispielsweise ausgeführt als Permanentmagnet-erregter Rotor, mechanische Energie der Antriebsmaschine zugeführt, über eine im Stator 30 befindliche Wicklung 21 in elektrische Energie unter Verwendung der Steuerung 22 und des Leistungsteiles 23 umgewandelt und weiter über den Leistungsteil 24 unter Verwendung der Steuerung 22 über die Wicklung 25 und den Rotor 26 wieder in mechanische Energie, wobei der Rotor 26 mit vom Rotor 20 unabhängiger Drehzahl läuft, umgewandelt. Über den elektrischen Zwischenkreis 27 kann optional elektrische Energie ausgetauscht, beispielsweise mit einem Batterie- oder Kondensatorsystem, d.h. abgegeben, beispielsweise zur Versorgung eines elektrischen Netzes, oder aufgenommen, beispielsweise zur erhöhten Leistungsabgabe des Rotors 26 gegenüber dem Rotor 20 oder alternierend, beispielsweise zur Kompensation von Drehmomenttrippeln am Rotor 20, ausgetauscht werden. Es ist auch ein elektrischer Energieaustausch an der Stelle 28 möglich, z.B. um über eine Diodenbrücke eine Hilfsenergie zur Versorgung der Steuerung 22 zu schaffen.

Ebenso kann mechanische Energie gleichen Vorzeichens über die Rotoren 20, 26 abgegeben oder aufgenommen werden, wie beispielsweise bei Differentialgetrieben, wo die Rotoren 20, 26 die elektrische Energie aus dem Zwischenkreis 27 mit unabhängigen Drehzahlen bzw. Drehmomenten weitergeben.

Die Ausführung der Doppel- bzw. Multirotormaschine als Getriebe bietet die Möglichkeit einer stufenlosen Drehzahlübersetzung mit einfacher Steuerbarkeit über eine elektrische Zwischenstufe.

Weiters stellt sie bei Bedarf eine Kupplungsfunktion zur Verfügung, wobei ausgekuppelt ist, wenn ein Leistungsteil nicht freigegeben wird. Zusätzlich kann aus dem elektrischen Zwischenkreis Leistung entnommen werden, um eine elektrische Energieversorgung zu realisieren. Weiters kann durch elektrische Energiezufuhr vorübergehende oder dauernde erhöhte mechanische Leistung am Getriebeausgang zur Verfügung gestellt werden. Außerdem können Drehmomentschwankungen an einem mechanischen Eingang des Getriebes durch elektrische Energiezu- und -abfuhr kompensiert werden oder auch willkürlich erzeugt werden (Rüttel- oder Losbrechfunktion). Schließlich kann durch vorzugsweise elektrische Energiezufuhr und beidseitige mechanische Energieabfuhr eine Differentialgetriebefunktion realisiert werden.

Abschließend sei festgehalten, daß in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsbeispielen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. mit gleichen Bauteilbezeichnungen versehen sind, wobei in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, daß zum besseren Verständnis des Aufbaus der Maschine die Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

PATENTANSPRÜCHE:

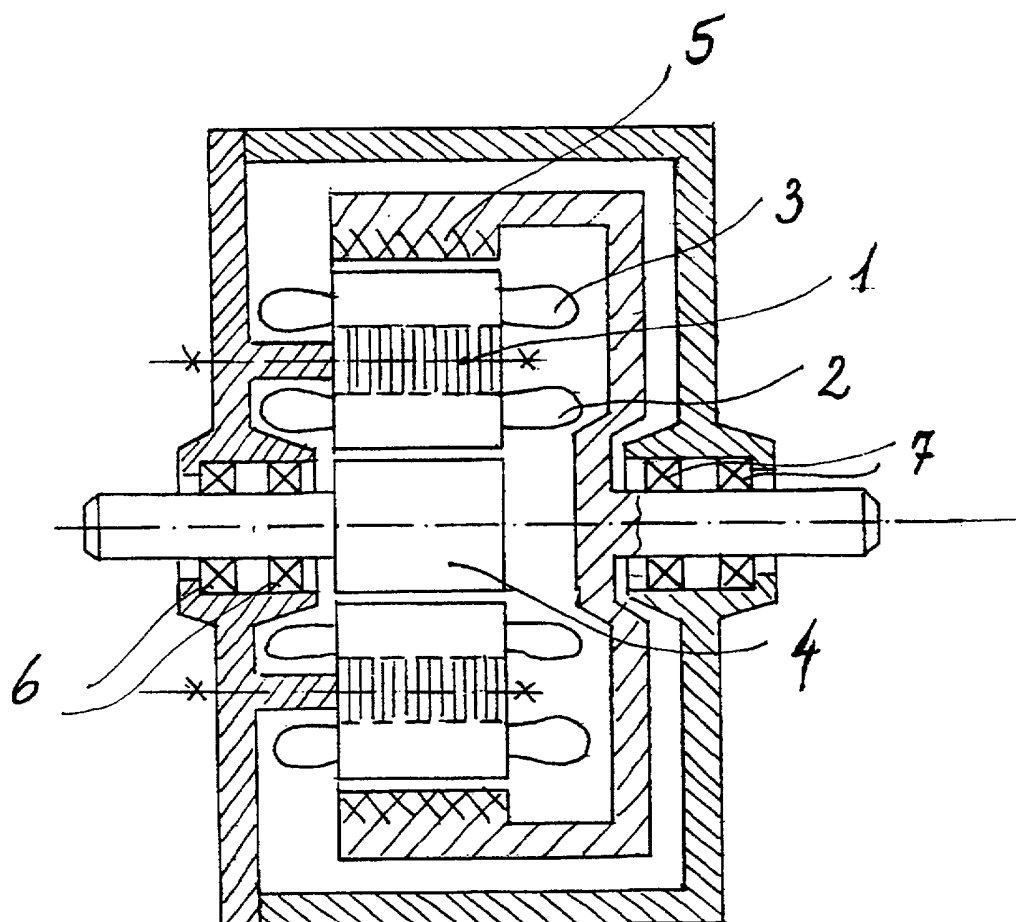
1. Elektrische Maschine in Drehstromausführung mit mindestens einer Statorwicklung und mindestens zwei, mechanisch voneinander getrennten, Rotoren, wobei die Rotoren die gleiche Rotationsachse aufweisen und daß jeder Rotor mit dem elektromagnetisch aktiven Stator in elektromagnetischer Wechselwirkung steht, dadurch gekennzeichnet, daß die Anspeisung einer Statorwicklung (2, 3, 13, 21, 25) mit einer über eine von der Motorsteuerung gesteuerte Superposition aus mindestens zwei Drehfeldanteilen (f_1 , f_2), je ein Drehfeldanteil je Rotor (4, 5, 14, 15, 20, 26), erfolgt.
2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (1, 30) zwei getrennte Wicklungen (2, 3, 21, 25) aufweist, wobei die Anspeisung jeder Wicklung (2, 3, 21, 25) von einer unabhängig steuerbaren, elektrischen Energiequelle erfolgt und jede Wicklung (2, 3, 21, 25) mit mindestens zwei Rotoren (4, 5, 20, 26) elektromagnetisch in Wechselwirkung steht.
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Rotor (4) als Innenläufer ausgeführt ist.
4. Elektrische Maschine nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Rotor (5) als Außenläufer ausgeführt ist.
5. Elektrische Maschine nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Rotor (4) als Innenläufer und mindestens ein Rotor (5) als Außenläufer ausgeführt ist.
6. Elektrische Maschine nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (4, 5) und der Stator (1) nach dem Prinzip eines Scheibenläufers aufgebaut sind.
7. Elektrische Maschine nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungen (2, 3, 13, 21, 25) des Stators (1, 12, 30) über leistungselektronische Stellglieder, wie beispielsweise Transistor-, GTO-Umrichter, Diodengleichrichter die elektrische Energie beziehen oder abgeben.
8. Elektrische Maschine nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Rotoren (20, 26) über ein leistungselektronisches Stellglied

(23, 24) als elektrisches Getriebe verkoppelt sind.

9. Elektrische Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß über die elektrische Getriebe-Zwischenstufe elektrische Energie mit einem elektrischen System austauschbar ist.
10. Elektrische Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (20, 26) als Differentialgetriebe ausgeführt sind.
11. Elektrische Maschine nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein gemeinsames leistungselektronisches Eingangsmodul und eine der Anzahl der Wicklungen entsprechende Anzahl von leistungselektronischen Ausgangsmodulen vorgesehen sind, deren Steuerung von der Motorsteuerung erfolgt.
12. Elektrische Maschine nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Startprozedur der Rotoren (20, 26) drehzahlmäßig selektiv erfolgt.

HIEZU 5 BLATT ZEICHNUNGEN

Fig. 1



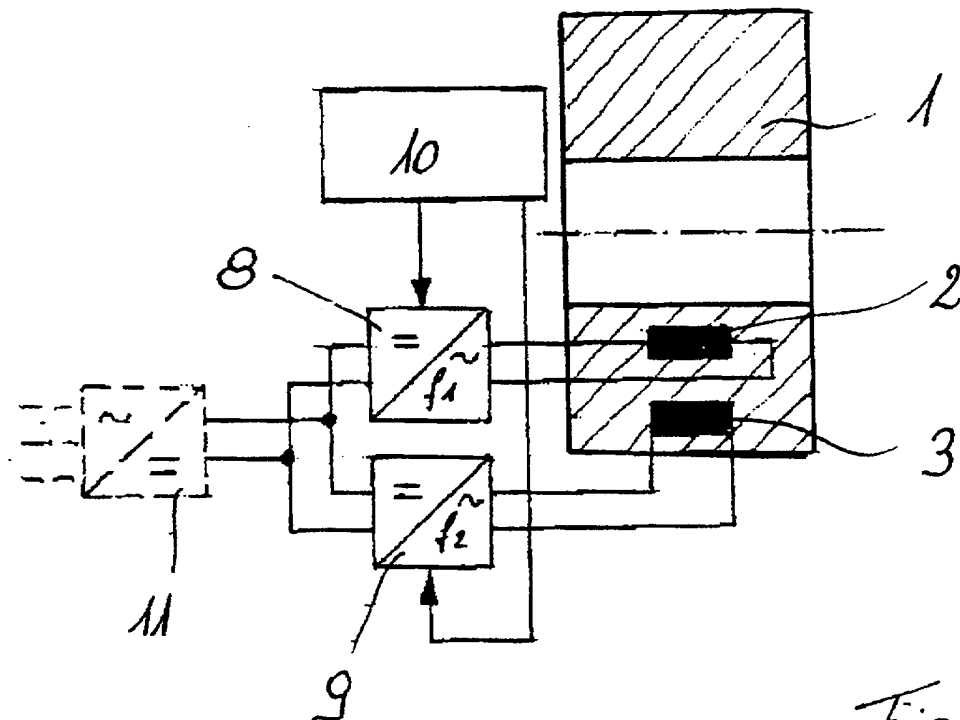
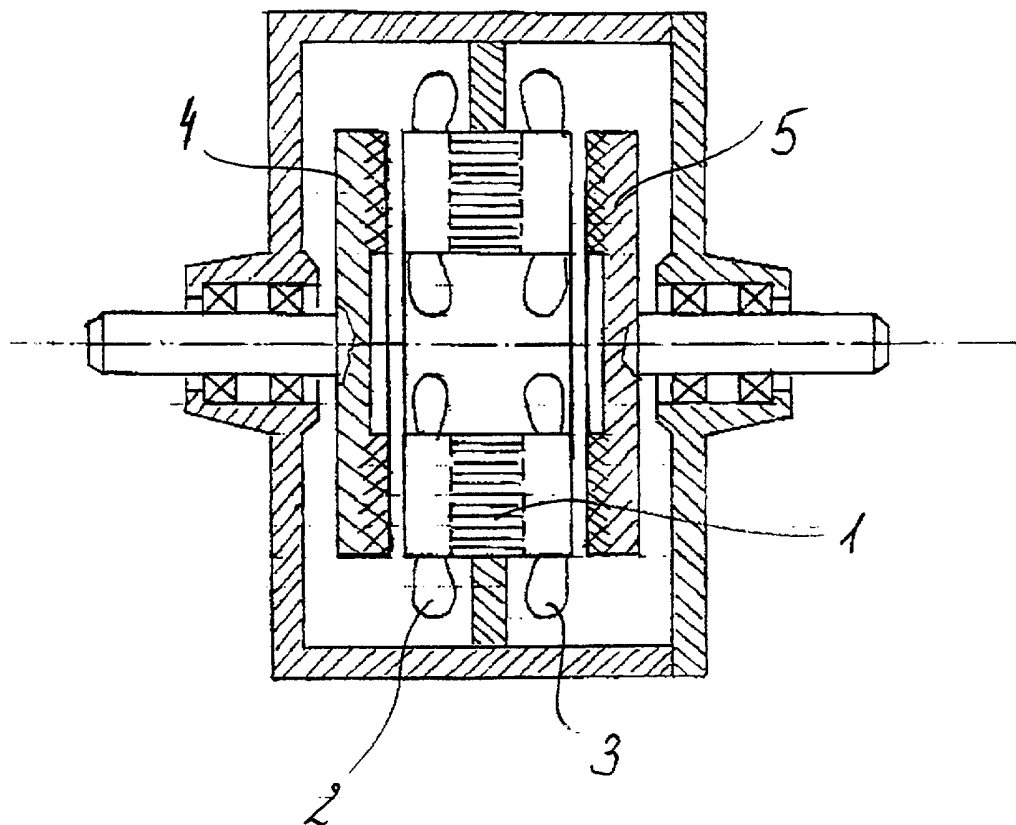


Fig. 2

Fig. 3



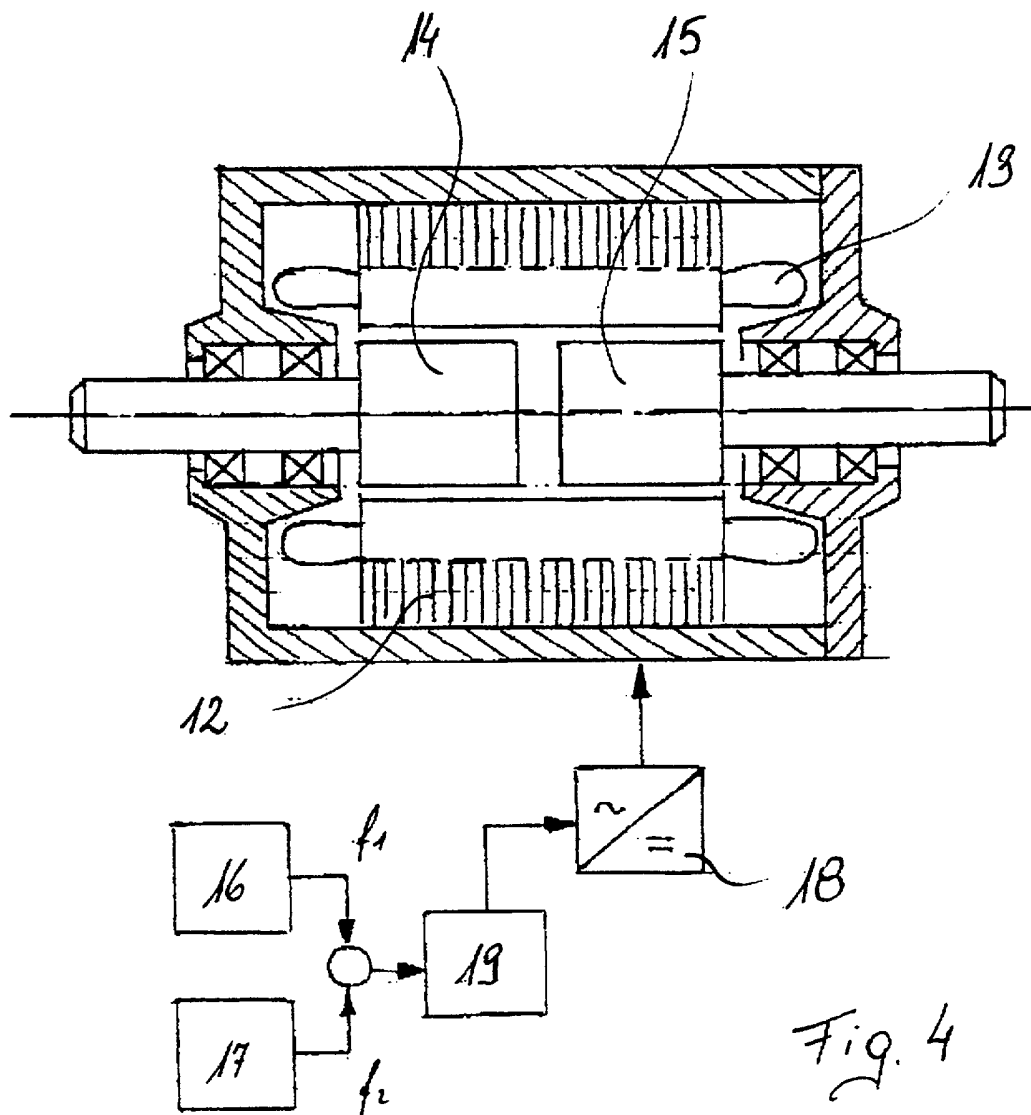


Fig. 5

