

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 23/91

(51) Int.Cl.⁶ : **H02P 1/26**
H02P 3/18

(22) Anmeldetag: 8. 1.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1995

(45) Ausgabetag: 25. 6.1996

(56) Entgegenhaltungen:

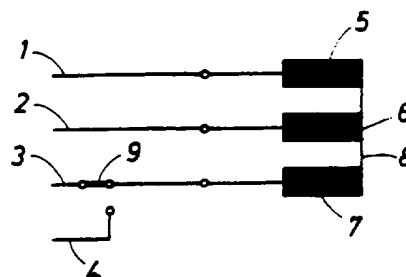
DE 692297C

(73) Patentinhaber:

OBERMAIR HERBERT
A-4501 NEUHOFEN/KREMS, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR BEEINFLUSSUNG DES ANLAUFUND/ODER BREMSVERHALTENS VON DREHSTROM-ASYNCHRONMASCHINEN

(57) Bei einer Schaltungsanordnung zur Beeinflussung des Anlauf- und/oder Bremsverhaltens von Drehstrom-Asynchronmaschinen, deren Phasenwicklungen (5, 6, 7) für den Dauerbetrieb in Sternschaltung geschaltet sind und Anschlüsse für die Phasenleiter (1, 2, 3) und einen Nulleiter aufweisen, wird während des Anlauf- und/oder Bremsvorganges der Phasenanschluß einer Phasenwicklung (6, 7) über einen Umschalter (9, 11) mit dem Nulleiter (4) verbunden. Eine entsprechende Schaltungsanordnung bei Drehstrom-Asynchronmaschinen, deren Phasenwicklungen (5, 6, 7) Anschlüsse für die Phasenleiter (1, 2, 3) und einen Nulleiter (4) aufweisen, ist ebenfalls angegeben.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zur Beeinflussung des Anlauf und/oder Bremsverhaltens von Drehstrom-Asynchronmaschinen, deren Phasenwicklungen nach einer ersten Ausführungsform für den Dauerbetrieb in Sternschaltung geschaltet sind und Anschlüsse für die Phasenleiter und einen Nulleiter aufweisen bzw. nach einer zweiten Ausführungsform Anschlüsse für die Phasenleiter und einen Nulleiter aufweisen.

Insbesondere betrifft die Erfindung Schaltungsanordnungen für Getriebe-Bremsmotoren für Maschinen, Fertigungsanlagen, Förderanlagen und Hebezeuge. Hier werden häufig auch polumschaltbare Motoren verwendet. Für Asynchronmaschinen sind verschiedene Drosselschaltungen mit vorgeschalteten Elementen zur Beeinflussung des Anlauf- und/oder Bremsverhaltens bekannt, wobei in Sonderfällen beim gleichen Motor verschiedene Drosselschaltungen für den Anlauf- bzw. Bremsbetrieb eingesetzt werden. Schaltungsanordnungen der gegenständlichen Art sind notwendig, um ruckartige Beschleunigungen bzw. Verzögerungen der angetriebenen Teile und Schläge im Antriebsstrang zu vermeiden, die unter anderem bei im Antriebsstrang vorhandenem Spiel auftreten können, wenn der Antriebsstrang für die Bremsung bzw. den Antrieb gespannt wird. Neben Drosselschaltungen für die Phasenwicklungen, die z. B. zu- und abschaltbare Widerstände aufweisen, sind auch Drossel- und Regelschaltungen für Asynchronmaschinen mit einer Läuferwicklung bekannt, die über Schleifringe mit einer Steuerschaltung verbunden werden kann. Eine derartige Ausgestaltung ist gegenüber Maschinen mit Kurzschlußläufer aufwendig. Zur Erzielung günstiger dynamischer Kennlinien beim Anlauf- bzw. Bremsbetrieb werden häufig zusätzliche Schwungmassen, z.B. Lüfter mit hoher Eigenmasse, eingesetzt, die aber andere Nachteile, insbesondere eine verschlechterte Beschleunigung und Verzögerung des Antriebsstranges bedingen.

Bei für den Dauerbetrieb im Dreieck geschalteten Phasenwicklungen von Drehstrom-Asynchronmaschinen sind Anlaufschaltungen bekannt, mit deren Hilfe die Phasenwicklungen zunächst zur Herabsetzung des Drehmomentes und des Einschaltstromes im Stern geschaltet und erst beim Erreichen einer gewissen Drehzahl auf Dreieck umgeschaltet werden. Derartige Schaltungen sind selbstverständlich bei den gegenständlichen Schaltungsanordnungen nicht anwendbar. Zur Vermeidung der etwas aufwendigen Stern-Dreieckschalter ist es in der DE-PS 692 297 vorgeschlagen worden, die Phasenwicklungen in Dreieckschaltung zu belassen, für den Anlaufbetrieb aber den einen Phasenanschluß über einen Umschalter an den Nulleiter anzuschalten, so daß dann an der einen Phasenwicklung die verkettete Spannung aus den verbleibenden Phasenanschlüssen und an den beiden anderen Wicklungen nur die Phasenspannung gegenüber Null anliegt. Diese Schaltung hat sich in der Praxis nicht durchsetzen können. Es ergibt sich zwar ein verringertes Drehmoment, doch tritt eine sehr ungünstige Phasenlage der Ströme und Spannungen in den Phasenwicklungen auf, die zu erheblichen Unsymmetrien führt, wobei hohe Betriebsströme auftreten, der Motor ähnlich wie beim völligen Ausfall einer Phase starke Brummgeräusche erzeugt und keinesfalls gleichmäßig rund läuft.

Aufgabe der Erfindung ist die Vermeidung der aufgezeigten Nachteile der eingangs genannten Ausführungsformen und die Schaffung von Schaltungsanordnungen bei diesen Ausführungsformen, die mit einfachsten Mitteln eine wirksame Beeinflussung des Anlauf- bzw. Bremsverhaltens ermöglichen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe bei der ersten Ausführungsform dadurch, daß während des Anlauf- und/oder Bremsvorganges der Phasenanschluß einer Phasenwicklung über einen Umschalter mit dem Nulleiter verbunden wird. Bei der zweiten Ausführungsform wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß die Phasenwicklungen für den Dauerbetrieb in Sternschaltung mit nur für eine Phasenwicklung aufgetrenntem Sternpunkt geschaltet sind, daß diese Phasenwicklung bleibend an den zugeordneten Phasenleiter und den Nulleiter geschaltet ist und daß während des Anlauf- und/oder Bremsvorganges der Phasenanschluß der einen der beiden anderen, am Sternpunkt verbundenen Phasenwicklungen über einen Umschalter mit dem Nulleiter verbunden wird.

Beide Ausführungsformen sind insbesondere für Maschinen mit Kurzschlußläufer bestimmt. Trotz des Anschlusses an nur zwei bzw. nur einen Phasenleiter wird infolge der gegenseitigen Beeinflussung der Wicklungsstränge ein Drehfeld bzw. ein magnetisches Wechselfeld erzeugt, das gegenüber dem Normalbetrieb ein verringertes Anlaufmoment bzw. bei der Übersynchronbremsung ein verringertes Bremsmoment bedingt. Bei der ersten Ausführungsform kommt es zu einer Phasenverschiebung der Spannungen in den beiden an den Phasenleitern liegenden Wicklungssträngen, wogegen die Spannung im dritten Wicklungsstrang keine Phasenverschiebung aufweist, jedoch erheblich verringert ist. Berechnungen zeigen, daß sich die Spannungen in den beiden an Phase liegenden Wicklungssträngen in der Größe von 88,2 % der Spannungen bei normaler Sternschaltung und in der dritten Phase auf 33,3 % der normalen Phasenspannung einstellen. Zu Beginn des Anlaufvorganges verhalten sich die Ströme in den einzelnen Strängen ähnlich. Es wird dadurch kein kreisförmiges, sondern ein elliptisches Drehfeld erzeugt, bei dem aber eine gewisse Symmetrie erhalten bleibt und es ergibt sich ein Drehmomentverlauf, der über den gesamten Drehzahlbereich einem Drittel des Drehmomentes bei normaler Sternschaltung entspricht.

Im übersynchronen Betrieb bei polumschaltbaren Motoren ergibt sich eine zusätzliche Möglichkeit zur weiteren Drehmomentverringerung dadurch, daß über den Umschalter wahlweise die Phasenanschlüsse von einer oder zwei der drei am Sternpunkt verbundenen Phasenwicklungen an den Nulleiter angeschaltet werden. Wird nur eine Phasenwicklung mit dem Nulleiter verbunden, der Phasenanschluß des zweiten

5 Wicklungsstranges aber unterbrochen, so kommt es zu einer zusätzlichen Reduzierung des Drehmomentes. Bei der eingangs erwähnten zweiten Ausführungsform ergeben sich je nach der Schaltung der beiden miteinander verbundenen Wicklungsstränge aufgrund unterschiedlich elliptischer Drehfelder jeweils geringere Drehmomente als bei der normalen Sternschaltung. So wird durch die Verbindung der einen Wicklung mit einem Phasenleiter und der anderen Wicklung mit dem Nulleiter etwa ein Viertel des Momentes der

10 normalen Sternschaltung erzielt, wogegen beim Anschluß an zwei Phasenleiter ca. zwei Drittel des Drehmomentes der normalen Sternschaltung erreicht werden. Alle Schaltungsvarianten können immer noch ohne Zu- oder Abschaltung äußerer Regelglieder, wie Vorwiderstände, Impedanzen u.dgl. arbeiten.

Der bauliche Aufwand aller dieser Schaltungen ist gering, weil in den meisten Fällen zwei Stranganspeisungen gegenüber dem normalen Sternbetrieb unverändert bleiben können.

Zur Vermeidung von ruckartigen Beschleunigungen bzw. Verzögerungen und des Auftretens von Schlägen nach Ausgleich des in einem Antriebsstrang zwischen Getriebemotor und Last vorhandenen Übertragungsspieles genügt es in den meisten Fällen, die erfindungsgemäße Anlaufschaltung nur kurzzeitig einzusetzen. Um bei Anlagen mit mehreren Motoren, insbesondere Getriebemotoren eine Optimierung zu

20 erzielen, kann der Umschalter als Teil einer Steueranlage für mehrere Antriebsmotoren einer Förderanlage oder eines Hebezeuges ausgebildet und über eine Fernsteuereinrichtung betätigbar sein, wobei die Fernsteuereinrichtung den Umschalter für den Anlauf des zugehörigen, vorzugsweise als Getriebemotor ausgebildeten Asynchronmotors, nur in in der Größenordnung von Sekundenbruchteilen liegenden Zeit-

25 spannen, in dem die Phasenwicklung bzw. -wicklungen mit dem Nulleiter verbindenden Schaltzustand hält und dann dem normalen Einschaltzustand unter Anschaltung sämtlicher Phasenwicklungen an die Phasenanschlüsse ansteuert. Für normale Getriebemotoren kann die Anlaufschaltung beispielsweise für 0,2 Sekunden aufrechterhalten werden. Ein besonderer Vorteil der zunächst erwähnten, einfachsten Schaltung besteht darin, daß die Phasenlage der Spannung in der wahlweise an den Nulleiter anschaltbaren Phasenwicklung den gleichen Richtungsvektor wie die Phasenspannung aufweist, so daß hier beim

30 Umschalten keine Störungen zu befürchten sind. Bei polumschaltbaren Motoren empfiehlt es sich, während des gesamten übersynchronen Bremsbetriebes die jeweils gewählte Bremsschaltung beizubehalten.

Nach einer anderen Ausgestaltung ist bei einer polumschaltbaren Asynchronmaschine der Umschalter für den Bremsbetrieb gemeinsam mit einem Polschalter für die Änderung der Polzahl betätigbar, so daß er die ihm zugeordnete Phasenwicklung bzw. Phasenwicklungen bzw. bei einer Erhöhung der Polzahl beim

35 Bremsbetrieb mit dem Nulleiter verbindet und dadurch die sonst durch die Erhöhung der Polzahl auftretende sprunghafte Erhöhung der Bremsverzögerung herabsetzt.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen

- 40 Fig. 1 in vereinfachter Darstellungsweise eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, wobei nur die Schaltung der Phasenwicklungen einer Drehstrom-Asynchronmaschine mit Kurzschlußläufer gezeigt wurde,
- Fig. 2 eine Vektordarstellung der Phasenspannungen für die Schaltung nach Fig. 1, wobei die Vektoren für den normalen Betriebszustand in dünnen und die Vektoren für den Betriebszustand der Anlaufschaltung in dicken Linien dargestellt wurden,
- 45 Fig. 3 in einer der Fig. 1 entsprechenden Darstellungsweise eine weitere erfindungsgemäße Schaltungsanordnung und
- Fig. 4 eine dritte Schaltungsanordnung.

In den Fig. 1, 3 und 4 der Zeichnung wurden die Phasenleiter durchgehend mit 1, 2, 3, der Nulleiter mit

50 4 und die drei Phasenhauptwicklungen eines Drehstrom-Asynchronmotors mit Kurzschlußläufer mit 5, 6 und 7 bezeichnet. Es wird vorausgesetzt, daß in jedem Fall für den Motor ein den dargestellten Phasenleitern 1, 2, 3 bzw. dem Nulleiter 4 vorgeordneter Hauptschalter vorhanden ist, wobei dieser Hauptschalter, gegebenenfalls gemeinsam mit dem bzw. den noch zu beschreibenden Umschaltern der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnungen über eine Fernsteuereinrichtung betätigt werden kann, wenn der Motor z. B. als

55 Getriebemotor ausgebildet und Teil einer Antriebseinrichtung in einer Förderanlage, einem Hebezeug od. dgl. ist.

Bei der Ausführung nach Fig. 1 sind die drei Phasenwicklungen 5, 6, 7 über Leitungsverbindungen 8 am Sternpunkt untereinander verbunden, so daß an ihnen bei geschlossenem Hauptschalter die untereinander

der gleiche Vektorgröße aufweisenden Phasenspannungen U_1 , U_2 , U_3 anliegen. Ein beim Ausführungsbeispiel im Phasenleiter 3 vorgesehener Umschalter 9 ermöglicht es, die Phasenwicklung 7 vom Phasenleiter 3 auf den Nulleiter 4 umzuschalten. Dadurch treten Phasenspannungen U_1' , U_2' , U_3' auf, wobei U_3' in Phase mit U_3 liegt, während bezüglich U_1' und U_2' eine Phasenverschiebung von $19,1^\circ$ auftritt, wie dies der Fig. 2 entnommen werden kann.

Bei der Schaltung nach Fig. 3 ist der Sternpunkt aufgetrennt und es sind nur die beiden Phasenwicklungen 6 und 7 durch eine Leitung 10 verbunden. Die Phasenwicklung 5 liegt mit einem Ende am Phasenleiter 1 und mit dem anderen Ende am Nulleiter 4. Durch Betätigung eines Umschalters 9 kann die Phasenwicklung 7 statt mit dem Phasenleiter 3 ebenfalls mit dem Nulleiter 4 verbunden werden, um das Anlauf- bzw. Verzögerungsmoment der Maschine zu verringern.

Die Schaltung nach Fig. 4 entspricht grundsätzlich der Schaltung nach Fig. 1. Zusätzlich zu dem Umschalter 9 nach Fig. 1 ist aber ein weiterer Umschalter 11 vorhanden, der entweder gemeinsam mit dem Schalter 9 oder auch unabhängig von diesem betätigt werden kann. Befindet sich nur einer der beiden Schalter 9, 11 in der in Fig. 4 gezeigten Schaltstellung, dann herrschen sinngemäß gleiche Verhältnisse wie bei der Schaltung nach Fig. 1 im Falle der Verbindung von 4 mit 7. Wird auch der zweite Schalter in die Stellung nach Fig. 4 verstellt, dann liegen die beiden Phasenwicklungen 6 und 7 statt an den Phasen 2, 3 am Nulleiter 4 und die Parallelschaltung dieser Phasenwicklungen 6, 7 ist über die Sternverbindung 8 in Serie an die Phasenwicklung 5 geschaltet, die ihrerseits am Phasenleiter 1 liegt. In dieser Schaltstellung tritt gegenüber der vorher beschriebenen Schaltstellung eine Verringerung des Bremsmomentes im Übersynchronbetrieb auf. Wird die Phase 2 durch den Schalter 11 lediglich unterbrochen, ohne den Wicklungsstrang 6 mit dem Nulleiter 4 zu verbinden, was durch die strichlierte Verbindungsleitung der Umschalter 9 und 11 angedeutet wird, so stellt sich eine weitere Reduzierung des Bremsmomentes ein.

Auch die Schalter 9 und 11 können über eine Fernsteuereinrichtung betätigbar sein, wobei es etwa bei polumschaltbaren Motoren möglich ist, für den Anlauf kurzfristig nur einen der beiden Schalter 9 oder 11 in die dargestellte Stellung zum Anschalten der zugehörigen Phasenwicklung an den Nulleiter 4, bei einer Erhöhung der Polzahl durch den Umschalter für den Bremsbetrieb aber beide Schalter 9 und 11 in die in Fig. 4 dargestellte Lage zu stellen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Beeinflussung des Anlauf- und/oder Bremsverhaltens von Drehstrom-Asynchronmaschinen, deren Phasenwicklungen für den Dauerbetrieb in Sternschaltung geschaltet sind und Anschlüsse für die Phasenleiter und einen Nulleiter aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Anlauf- und/oder Bremsvorganges der Phasenanschluß einer Phasenwicklung (6, 7) über einen Umschalter (9, 11) mit dem Nulleiter verbunden wird (Fig. 1 und 4).
2. Schaltungsanordnung zur Beeinflussung des Anlauf- und/oder Bremsverhaltens von Drehstrom-Asynchronmaschinen, deren Phasenwicklungen Anschlüsse für die Phasenleiter und einen Nulleiter aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Phasenwicklungen (5, 6, 7) für den Dauerbetrieb in Sternschaltung mit nur für eine Phasenwicklung (5) aufgetrenntem Sternpunkt (Fig. 3) geschaltet sind, daß diese Phasenwicklung (5) bleibend an den zugeordneten Phasenleiter (1) und den Nulleiter geschaltet ist, und daß während des Anlauf- und/oder Bremsvorganges der Phasenanschluß der einen der beiden anderen am Sternpunkt verbundenen Phasenwicklungen (6, 7) über einen Umschalter (9) mit dem Nulleiter (4) verbunden wird.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß über den Umschalter (9, 11) wahlweise die Phasenanschlüsse von einer (7) oder zwei (6, 7) der drei am Sternpunkt (8) verbundenen Phasenwicklungen (5, 6, 7) an den Nulleiter (4) angeschaltet werden.
4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Umschalter (9, 11) als Teil einer Steueranlage für mehrere Antriebsmotoren einer Förderanlage oder eines Hebezeuges ausgebildet und über eine Fernsteuereinrichtung betätigbar ist, wobei die Fernsteuereinrichtung den Umschalter für den Anlauf des zugehörigen, vorzugsweise als Getriebemotor ausgebildeten Asynchronmotors nur in in der Größenordnung von Sekundenbruchteilen liegenden Zeitspannen, in dem die Phasenwicklung (7) bzw. Phasenwicklungen (6, 7) mit dem Nulleiter verbindenden Schaltzustand hält und dann dem normalen Einschaltzustand unter Anschaltung sämtlicher Phasenwicklungen (5, 6, 7) an die Phasenanschlüsse (1, 2, 3) ansteuert.

AT 401 126 B

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, für eine polumschaltbare Asynchronmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Umschalter (9, 11) für den Bremsbetrieb gemeinsam mit einem Polschalter für die Änderung der Polzahl betätigbar ist, so daß er die ihm zugeordnete Phasenwicklung bzw. Phasenwicklungen (7) bzw. (6, 7) bei einer Erhöhung der Polzahl beim Bremsbetrieb mit dem Nulleiter (4) verbindet.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

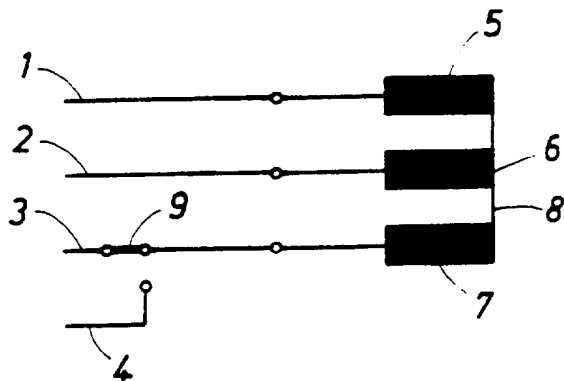


FIG.2

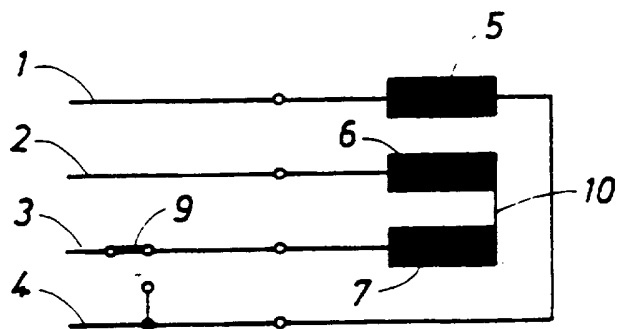
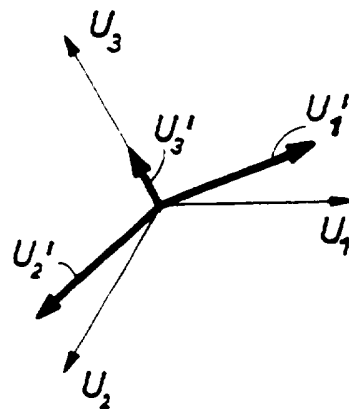


FIG.3

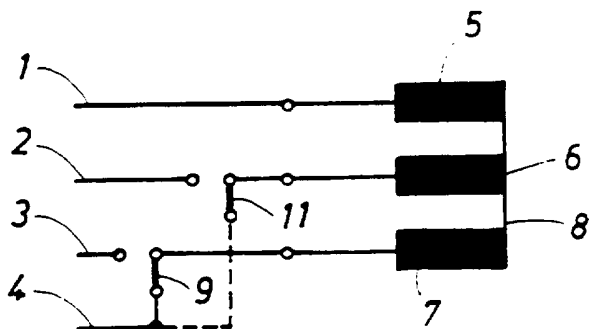


FIG.4