



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 223 586.8**
 (22) Anmeldetag: **18.12.2012**
 (43) Offenlegungstag: **18.06.2014**

(51) Int Cl.: **H02P 25/02 (2006.01)**
H02P 6/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG, 91074,
 Herzogenaurach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	43 22 744	C2
DE	10 2006 024 378	A1
DE	10 2006 059 708	A1
US	7 135 827	B1
WO	2010/ 000 489	A1

(72) Erfinder:
**Kegeler, Jörg, 98553, Schleusingen, DE; Lüttke,
 Sven, 98547, Christes, DE; Röhl, Stefan, 96484,
 Meeder, DE**

**Bosch Rexroth AG: Rexroth IndraDrive
 Firmware für Antriebsregelgeräte. Lohr a. Main,
 03.2008. - Firmenschrift**

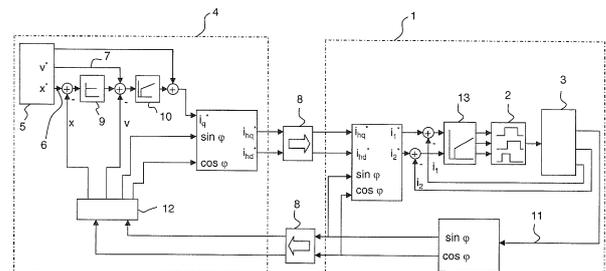
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Servoantriebssystem und Verfahren zu dessen Regelung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Servoantriebssystem sowie ein Verfahren zur Positionsregelung eines Läufers (3) eines derartigen Servoantriebssystems. Eine Verbesserung der Dynamik bei gleichzeitiger Reduzierung des Klirrfaktors wird dadurch erzielt, dass

- eine elektrische Sollwertgröße für den Läufer (3) auf Grundlage eines Kommandosignals (6, 7) von einer externen Verarbeitungseinheit bestimmt und über einen Datenbus (8) mit einer Taktfrequenz an eine interne, fest mit dem Läufer (3) verbundene Verarbeitungseinheit gesendet wird,
- mit der internen Verarbeitungseinheit Phasenstromsollwerte für den Umrichter (2) auf Grundlage der elektrischen Sollwertgröße und aktueller Läuferpositionsinformationen (11) vorgegeben werden und
- besagte Phasenstromsollwerte mit einer Kommutierungsfrequenz aktualisiert werden, die höher als die Taktfrequenz ist, mit der der Datenbus (8) betrieben wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Servoantriebssystem und ein Verfahren zur Positionsregelung für ein derartiges Servoantriebssystem.

[0002] Die Erfindung kommt insbesondere im Umfeld von Werkzeug- und Produktionsmaschinen zum Einsatz, wo hochdynamisch und mit extremen Genauigkeitsanforderungen vorgegebene Verfahrenwege beispielsweise von einem Bearbeitungswerkzeug oder einem Bestückungsautomaten etc. abgefahren werden müssen.

[0003] Bei einer typischen Werkzeugmaschinensteuerung werden in der Regel ein Positions- und Geschwindigkeitssignal von einer übergeordneten Steuerung vorgegeben. Auf Basis derartiger Kommandosignale, die beispielsweise in einem NC-Programm hinterlegt sind, werden elektrische Sollgrößen für eine leistungselektronische Umrichtereinheit berechnet, die schließlich einen hochdynamischen Elektromotor ansteuert. Je nach Applikation handelt es sich bei der hier eingesetzten dynamoelektrischen Maschine um eine rotative elektrische Maschine, einen Linearmotor oder auch einen Planarmotor, der in einer durch zwei Freiheitsgrade definierten Ebene bewegbar ist.

[0004] Beispielsweise aus der US7135827B1 ist ein Planarmotor in der Bauform eines sog. Sawyer-Motors bekannt. Der Läufer, der beim Sawyer-Motor auch als Forcer bezeichnet wird, umfasst schachbrettartig angeordnete Phasenspulen zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes, das mit einer plattenartigen Statorstruktur in elektromagnetische Wechselwirkung tritt, um den Forcer in zwei Raumrichtungen vom Stator über einen Luftspalt beabstandet zu bewegen. Neben den Phasenspulen umfasst der Forcer in der Regel Permanentmagnete zur Erzeugung eines Erregerfeldes, das durch Wechselwirkung mit dem von den Spulen erzeugten Ankerfeld über eine entsprechend gestaltete Statorstruktur eine elektromagnetisch induzierte Kraftwirkung erzeugt.

[0005] Wie aus der genannten Schrift hervorgeht, ist es bekannt, einen solchen Forcer über eine flexible Leitung mit einer externen Steuerung zu verbinden. Besagte Leitung enthält sowohl Datenkanäle als auch Versorgungsleitungen zur Stromversorgung der Phasenspulen des Forcers. Die externe Steuerung, bei der es sich in der Regel um eine speicherprogrammierbare Steuerung oder auch einen PC handeln kann, berechnet auf Grundlage von Kommandosignalen wie Position und Geschwindigkeit des Forcers Stellgrößen für einen Umrichter, der wiederum entsprechende Ströme über die zuvor genannten Leitungen in den Forcer einprägt.

[0006] Nachteilhaft an der genannten Struktur ist die Tatsache, dass eine relativ hohe Leitungsinduktivität durch die Verbindung zwischen dem Umrichter und dem Forcer vorhanden ist, die bei der Bestromung der Phasenspulen wirkt. Ferner müssen Sensorsignale, die Aufschluss über die aktuelle Forcer-Position geben, über den Datenbus an die externe Steuerung geleitet werden, damit dort auf Basis dieser Positionssignale neue Schaltsignale für den Umrichter bestimmt werden können.

[0007] Um dem zu begegnen, schlägt die US7135827B1 vor, sowohl die leistungselektronischen Komponenten als auch die komplette Verarbeitungseinheit zur Bestimmung der Schaltsignale auf Grundlage der Kommandosignale auf den Forcer auszulagern. Auf dem Forcer ist ein Mikrocontroller angeordnet, der auf Grundlage höherwertiger Kommandoinformationen wie Sollposition und Sollgeschwindigkeit des Forcers entsprechende Stromsollwerte für den Umrichter, der die Phasenspulen des Forcers bestromt, berechnet. Ein Datenbus zwischen dem Forcer und der externen Steuereinheit muss somit nur noch höherrangige Kommandosignale und Messsignale betreffend die Position des Forcers und dessen Geschwindigkeit austauschen.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Dynamik bekannter Servosysteme zu erhöhen und gleichzeitig eine kostengünstige Lösung hierfür anzugeben.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Servoantriebssystem mit den Merkmalen gemäß Patentspruch 1 gelöst. Ferner wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Positionsregelung eines Läufers einer dynamoelektrischen Maschine mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 10 gelöst.

[0010] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

[0011] Das erfindungsgemäße Servoantriebssystem umfasst zunächst eine dynamoelektrische Maschine mit einem Läufer mit Phasenspulen zur Erzeugung eines magnetischen Feldes. Über das magnetische Feld tritt der Läufer in Wechselwirkung mit einem Ständer, um einen Vortrieb zu erzeugen.

[0012] Die Phasenspulen werden von einem Umrichter bestromt. Dieser wird beispielsweise mit einem Pulsweitenmodulationsverfahren angesteuert, um Ströme in die Phasenspulen einzuprägen, die eine gewünschte, vorgegebene Vortriebsbewegung zu erzeugen.

[0013] Erfindungsgemäß ist der besagte Umrichter mit dem Läufer mechanisch fest verbunden. Dies hat den Vorteil, dass die Phasenströme in unmittelbarer

Nähe zu den Phasenspulen erzeugt werden. Hierdurch reduziert sich die Streuinduktivität zwischen dem Umrücker und den Phasenspulen des Läufers, da keine langen Leitungswege notwendig sind. Die wirkt sich positiv auf das elektrische Verhalten der Anordnung aus. Da die Umrückerströme in der Regel einen hohen Oberwellengehalt aufweisen, ist die Leitungslänge sowohl aus Gründen der Wirkungsgradoptimierung als auch zur Vermeidung elektromagnetischer Störungen möglichst gering zu halten.

[0014] Erfindungsgemäß umfasst der Servoantrieb ferner eine externe Verarbeitungseinheit zur Bestimmung einer elektrischen Sollwertgröße für den Läufer auf Grundlage eines Kommandosignals. Bei dem Kommandosignal handelt es sich insbesondere um eine vom Läufer anzufahrende Position und eine Geschwindigkeit, die auf dem Weg zu dieser Zielposition einzustellen ist.

[0015] Die externe Verarbeitungseinheit kann insbesondere als speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder als Personal Computer (PC) ausgebildet sein. Eine solche externe Verarbeitungseinheit ist mit einer internen Verarbeitungseinheit, die fest mit dem Läufer verbunden ist, über einen Datenbus zur Datenkommunikation verbunden. Erfindungsgemäß gibt die interne Verarbeitungseinheit dem Umrücker Phasenstromsollwerte vor, die in Abhängigkeit der elektrischen Sollwertgröße und aktueller Läuferpositionsinformationen von der internen Verarbeitungseinheit bestimmt werden.

[0016] Der Datenbus, der die Kommunikation zwischen der internen und der externen Verarbeitungseinheit ermöglicht, ist insbesondere über ein flexibles Kabel zwischen dem Läufer und einer externen Verarbeitungsstation wie beispielsweise der bereits genannten SPS realisiert. Dieses flexible Kabel muss derart ausgelegt sein, dass es die vom Läufer vorgeesehenen Verfahrenswege erlaubt.

[0017] Ferner muss eine flexible Leitung vorgesehen werden, die die elektrische Leistung zum Läufer bzw. zu dem am Läufer befestigten Umrücker transportiert.

[0018] Die Besonderheit des erfindungsgemäßen Servoantriebssystems liegt nun darin, dass die Verarbeitungseinheit dazu eingerichtet ist, besagte Phasenstromsollwerte mit einer Kommutierungsfrequenz zu aktualisieren, die höher als die Taktfrequenz des Datenbusses ist. Der in vorteilhafter Ausgestaltung als EtherCAT-Bus verwirklichte Datenbus ist hinsichtlich seiner Taktfrequenz begrenzt. Auf der anderen Seite wird eine hohe Kommutierungsfrequenz angestrebt, um eine hohe Phasenrichtigkeit und damit hohe Kraftwirkung zu erzielen. Des Weiteren sinken die Oberwellenanteile und die Geräuschentwicklung des Umrückers mit zunehmender Schalt- bzw. Kommutierungsfrequenz. Durch eine phasenrichtige Kom-

mutierung ist sichergestellt, dass in jedem Kommutierungszyklus nur aktuelle und wenige Mikrosekunden alte Positionsinformationen genutzt werden. So kann beispielsweise mit heutigen Leistungs-MOSFETs mit einer Schaltfrequenz im Bereich von 40 Kilohertz gearbeitet werden, während der Buszyklus gängiger industrieller Bussysteme lediglich Datenraten im einstelligen Kilohertzbereich übertragen kann.

[0019] Das vorgeschlagene Servoantriebssystem ermöglicht es, mit einer deutlich höheren Kommutierungsfrequenz zu arbeiten, als es bei herkömmlichen Servoantriebssystemen der Fall ist, bei denen die Phasenstromsollwertberechnung auf einer externen Verarbeitungseinheit durchgeführt wird und der aktualisierte Sollstromvektor im Anschluss über den Datenbus an dem am Läufer angeordneten Umrücker übertragen werden muss. Denn bei der letztgenannten Anordnung ist die Kommutierungsfrequenz automatisch durch die Taktfrequenz des Datenbusses begrenzt.

[0020] Auf der anderen Seite ermöglicht das erfindungsgemäße Servoantriebssystem eine Aufteilung der Rechenleistung zur Bestimmung der Phasenstromsollwerte auf externe und interne Verarbeitungseinheit. Dadurch, dass nicht die Kommandosignale wie Sollposition und Sollgeschwindigkeit direkt über den Datenbus an die interne Verarbeitungseinheit gesendet werden, sondern zunächst eine Berechnung der elektrischen Sollwertgröße auf Grundlage dieses Kommandosignals von der externen Verarbeitungseinheit durchgeführt wird, kann als interne Verarbeitungseinheit in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ein programmierbarer Logikbaustein, insbesondere ein FPGA oder CPLD, Verwendung finden. Es muss nicht, wie aus der US7135827B1 bekannt, ein Mikroprozessor auf dem Läufer angeordnet werden, der mit der komplexen Berechnung beispielsweise eines Sollstromvektors aus dem Kommandosignal befasst ist.

[0021] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung kennzeichnet sich dadurch, dass die elektrische Sollwertgröße ein auf ein läuferfestes Koordinatensystem bezogener Sollstromvektor ist. Bei der Bestimmung dieses läuferfesten Sollstromvektors kommen gängige Berechnungsverfahren aus der feldorientierten Regelung zum Einsatz. Bei einem dreiphasigen Läufer wird beispielsweise die bekannte Clark-Transformation zur Transformation der dreiphasigen Sollstromwerte auf zwei rechtwinklige unabhängige Sollstromwerte angewendet, um im Anschluss mittels der Park-Transformation eine Umrechnung der zwei rechtwinkligen unabhängigen Phasenstromsollwertströme auf ein läuferfestes Koordinatensystem zu bewirken.

[0022] Der entscheidende Vorteil ergibt sich hierbei dadurch, dass nunmehr ein läuferfester Sollstrom-

vektor über den Datenbus übertragen werden muss, der sich deutlich langsamer ändert als der rotierende Stromvektor im stehenden Bezugssystem.

[0023] Aus dem läuferfesten Stromvektor muss für den Umrichter zunächst eine Rücktransformation durchgeführt werden, damit dem Umrichter beispielsweise zwecks Pulsweitenmodulation Sollströme im herkömmlichen Koordinatensystem vorgegeben werden können. Bei dieser Rücktransformation werden die aktuellen Läuferpositionsinformationen benötigt. Diese Rücktransformation findet nun ausschließlich auf dem Läufer, d. h. unter Zuhilfenahme ausschließlich der internen Verarbeitungseinheit, statt. Dies hat zur Folge, dass die aktuellen Läuferpositionsinformationen nicht jedes Mal über den Datenbus an die externe Verarbeitungseinheit gesendet werden müssen, um einen aktuellen Sollstromvektor im stationären Bezugssystem zu erhalten.

[0024] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die dynamoelektrische Maschine als Planarmotor ausgebildet, wobei mit dem Läufer ein Lagegeber fest verbunden ist, der für jeden der zwei Freiheitsgrade des Läufers mindestens einen Positionssensor umfasst. Bei einem derartigen Positionssensor kann es sich beispielsweise um einen Hall-Sensor handeln. Der Läufer des besagten Planarmotors kann vorzugsweise als 2-phasiger Läufer ausgebildet sein, wobei auch eine beliebig höhere Phasenzahl denkbar und von der Erfindung umfasst ist.

[0025] Um die Berechnung innerhalb der internen Verarbeitungseinheit weiter zu vereinfachen, definiert in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung jeder der beiden Positionssensoren jeweils eine Achse eines lagegeberfesten Koordinatensystems, wobei die externe Verarbeitungseinheit zur Bestimmung des Stromvektors in Bezug auf das lagegeberfeste Koordinatensystem eingerichtet ist. Der Stromvektor ist hierbei also um den Winkel zwischen dem Läufer und dem am Läufer befestigten Messsystem gedreht.

[0026] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die externe Verarbeitungseinheit dazu eingerichtet ist, bei der Bestimmung des Sollstromvektors neben dem Kommandosignal eine Läuferpositionsinformation und einen Umrichterkenntwert zugrunde zu legen, wobei der Umrichterkenntwert ein Erreichen einer Leistungsgrenze für die in den Läufer einzuspeisende Leistung kennzeichnet. Auch hier wird die genannte Läuferpositionsinformation mit einer niedrigeren Taktrate an die externe Verarbeitungseinheit gesendet, als sie in der internen Verarbeitungseinheit zur Berechnung des neuen dreiphasigen Sollstromvektors Verwendung findet. Sobald anhand des Umrichterkenntwertes das Erreichen einer Leistungsgrenze für den Umrichter erkannt wird, kann insbesondere zum rotorfesten Stromvektor ein

Feldschwächungsanteil aufgeschaltet werden. Dieser Feldschwächungsanteil kann entsprechend den aktuellen Bedingungen gesteuert oder geregelt werden. Hierdurch kann eine erhöhte Maximalgeschwindigkeit für den Läufer erzielt werden.

[0027] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0028] Es zeigen:

[0029] Fig. 1 einen Regelkreis zur Positionsregelung eines Planarmotors gemäß Stand der Technik,

[0030] Fig. 2 eine Darstellung eines Regelkreises einer ersten Ausführungsform eines Verfahrens zur Positionsregelung gemäß der vorliegenden Erfindung und

[0031] Fig. 3 eine Darstellung eines Regelkreises einer zweiten Ausführungsform eines Verfahrens zur Positionsregelung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0032] Mithilfe der Fig. 1 bis Fig. 3 soll beispielhaft anhand eines Planarmotors der Kerngedanke der Erfindung weiter erläutert werden. Hierbei werden gleiche oder gleichwirkende Elemente durch identische Bezugszeichen in allen Figuren dargestellt.

[0033] Fig. 1 zeigt zunächst einen Regelkreis zur Positionsregelung eines Planarmotors gemäß Stand der Technik. Es sei beispielhaft angenommen, dass der Planarmotor Teil eines Servoantriebssystems einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine ist. Der Planarmotor enthält einen in zwei Raumachsen beweglichen Teil **1**. Elemente des beweglichen Teils **1** sind u. a. ein mehrphasiger Umrichter **2**, der einen Läufer **3** des Planarmotors mit Strom versorgt. Entsprechend weist der Läufer **3** hier nicht dargestellte Phasenspulen zur Erzeugung eines magnetischen Luftspaltfeldes auf. Ein derartiger Läufer **3** wird bei einem Planarmotor, insbesondere einem Saywer Motor, auch als Forcer bezeichnet. Ferner umfasst der Regelkreis eine stationäre Einheit **4**. Die stationäre Einheit **4** umfasst u. a. einen Referenzprofilgenerator **5**. Dieser gibt einen Positionssollwert **6** und einen Geschwindigkeitssollwert **7** auf Basis eines NC-Programms vor.

[0034] Der als stationäre Einheit **4** gekennzeichnete Teil ist beispielsweise auf einer SPS implementiert, die über einen Datenbus **8** kommunikativ mit dem beweglichen Teil **1** in Verbindung steht. Bei dem Datenbus **8** handelt es sich beispielsweise um einen EtherCAT-Bus.

[0035] Auf Basis der vom Referenzprofilgenerator **5** vorgegebenen Kommandosignale **6**, **7** werden mit-

tels eines P-Reglers **9** und eines PI-Reglers **10** unter Verwendung einer Vorsteuerung Sollwerte für den momentenbildenden Teil eines Stromvektors bezogen auf ein läuferfestes Koordinatensystem berechnet. Die momentenbildende Komponente eines solchen Vektors ist in der Figur mit dem Buchstaben i_q^* bezeichnet.

[0036] Im beweglichen Teil **1** werden mithilfe von nicht dargestellten Hall-Sensoren, die am Läufer **3** mechanisch befestigt sind, Positionsinformationen **11** generiert, die Aufschluss über die aktuelle Position des Läufers **3** in Bezug zu einem Stator beschreiben, auf dem sich der Läufer **3** in X, Y-Richtung bewegt. Auf Grundlage dieser Positionsinformationen **11** wird ein Kommutierungswinkel φ berechnet. Daraus abgeleitete Werte für $\sin(\varphi)$ und $\cos(\varphi)$ werden wiederum über den Datenbus **8** mit dem durch den Datenbus **8** nach oben hin begrenzten Bustakt an die stationäre Einheit **4** gesendet. Nach einer Signalkonditionierung **12** werden dem Regelkreis der stationären Einheit **4** Ist-Werte für die Position, die Geschwindigkeit und den Kommutierungswinkel, jeweils aktualisiert mit dem Buszyklus, zur Verfügung gestellt. Somit kann auf der stationären Einheit **4** dem Bustakt folgend jeweils ein neuer Sollstromvektor im stationären Koordinatensystem berechnet werden. Bei dem hier beispielhaft dargestellten Planarmotor handelt es sich um einen 2-phasigen Motor, dessen Phasensollstromvektor die zwei Komponenten i_1^* und i_2^* aufweist. Die beiden aus dem Kommandosignal **6**, **7** abgeleiteten Komponenten i_1^* und i_2^* werden über den Datenbus **8** an den beweglichen Teil **1** gesendet. Mittels eines weiteren PI-Reglers **13** und der aktuellen gemessenen Phasenströme (Istwerte) i_1 und i_2 wird schließlich die Stromregelung im beweglichen Teil **1** durchgeführt.

[0037] Nachteilhaft an dem dargestellten Regelkreis ist, dass die aktuellen Sollströme für die Läuferphasen nicht schneller aktualisiert werden können, als es der in der Takrate begrenzte Datenbus **8** erlaubt. Demnach ist die Kommutierungsfrequenz bei dem dargestellten Regelkreis durch die Datenübertragungsrate des Datenbusses **8** begrenzt. Da jedoch mit heutigen Leistungshalbleiterschaltenelementen deutlich höhere Kommutierungsfrequenzen möglich wären, wird bei dem dargestellten Regelkreis nicht das Optimum hinsichtlich Dynamik, Klirrfaktor und Geräuschentwicklung erreicht.

[0038] Fig. 2 zeigt eine Darstellung eines Regelkreises einer ersten Ausführungsform eines Verfahrens zur Positionsregelung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0039] Der wesentliche Unterschied zu der im Zusammenhang mit Fig. 1 dargestellten Regelung besteht darin, dass nunmehr nicht mehr ein rotierender Stromzeiger von der stationären Einheit **4** zum

beweglichen Teil **1** über den Datenbus **8** übertragen wird, sondern ein Stromvektor, dessen Komponenten bezogen auf ein läufermesssystemfestes Koordinatensystem sind. Demnach wird in der stationären Einheit **4** zunächst ein Stromvektor mit den Komponenten i_{hq}^* und i_{hd}^* bestimmt. Dieser Stromvektor beschreibt den einzuprägenden Phasenstrom bezogen auf ein Positionsmesssystem des Läufers **3**, welches auf die Hall-Sensoren dieses Messsystems bezogen ist. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass sich dieser Stromvektor deutlich langsamer ändert als ein rotierender Stromvektor, der auf ein stationäres Koordinatensystem bezogen ist. Demnach ist die Übertragung dieses läuferfesten bzw. messsystemfesten Stromvektors mit einem geringen Bustakt bezüglich der Regelgüte deutlich unkritischer, als es bei einem rotierenden Stromvektor der Fall ist.

[0040] Innerhalb des beweglichen Teils **1** wird aus dem läuferfesten Stromvektor ein stationärer Stromvektor berechnet. Der stationäre Sollstromvektor mit den Komponenten i_1^* und i_2^* wird anschließend wie bereits beschrieben über eine Stromregelschleife in die Phasenströme des Läufers **3** eingeregelt.

[0041] Innerhalb des beweglichen Teils **1** wird nun mit der Kommutierungsfrequenz, die deutlich größer als die Datenübertragungsfrequenz des Datenbusses **8** ist, der Kommutierungswinkel φ nachgeführt und somit eine hochdynamische Stromregelung verwirklicht. Beispielsweise liegt die Kommutierungsfrequenz bei 40 kHz, während mit einer Datenbusfrequenz von 4 kHz gearbeitet wird.

[0042] Fig. 3 zeigt eine Darstellung eines Regelkreises einer zweiten Ausführungsform eines Verfahrens zur Positionsregelung gemäß der vorliegenden Erfindung. Der wesentliche Unterschied zu dem in Fig. 2 dargestellten Regelkreis liegt lediglich im beweglichen Teil **1**. Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform geschieht die Stromregelung mittels des weiteren PI-Reglers **13** im läuferfesten bzw. messsystemfesten Koordinatensystem und nicht wie in Fig. 2 erst nach der Rücktransformation in das statorfeste Koordinatensystem.

Bezugszeichenliste

1	beweglicher Teil
2	Umrichter
3	Läufer
4	stationäre Einheit
5	Referenzprofilgenerator
6	Positionssollwert
7	Geschwindigkeitssollwert
8	Datenbus
9	P-Regler

- 10** PI-Regler
- 11** Positionsinformationen
- 12** Signalkonditionierung
- 13** weiterer PI-Regler

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 7135827 B1 [0004, 0007, 0020]

Patentansprüche

1. Servoantriebssystem mit
 - einer dynamoelektrischen Maschine mit einem Läufer (3) mit Phasenspulen zur Erzeugung eines magnetischen Feldes,
 - einen mit den Phasenspulen elektrisch und mit dem Läufer mechanisch fest verbundenen Umrichter (2),
 - einer externen Verarbeitungseinheit zur Bestimmung einer elektrischen Sollwertgröße für den Läufer (3) auf Grundlage eines Kommandosignals (6, 7) und
 - einer internen, fest mit dem Läufer (3) verbundenen Verarbeitungseinheit zur Vorgabe von Phasenstromsollwerten für den Umrichter (2) auf Grundlage der elektrischen Sollwertgröße und aktueller Läuferpositionsinformationen (11),
 wobei die externe Verarbeitungseinheit mit der internen Verarbeitungseinheit über einen Datenbus (8) verbunden ist und die interne Verarbeitungseinheit dazu eingerichtet ist, besagte Phasenstromsollwerte mit einer Kommutierungsfrequenz zu aktualisieren, die höher als die Taktfrequenz des Datenbusses ist.

2. Servoantrieb nach Anspruch 1, wobei die elektrische Sollwertgröße ein auf ein läuferfestes Koordinatensystem bezogener Sollstromvektor ist.

3. Servoantrieb nach Anspruch 1 oder 2, wobei die dynamoelektrische Maschine als Planarmotor ausgebildet ist, und mit dem Läufer (3) ein Lagegeber fest verbunden ist, der für jeden der zwei Freiheitsgrade des Läufers (3) mindestens einen Positionssensor umfasst.

4. Sensorantrieb nach Anspruch 2 und 3, wobei jeder der beiden Positionssensoren jeweils eine Achse eines lagegeberfesten Koordinatensystems definiert, wobei die externe Verarbeitungseinheit zur Bestimmung des Sollstromvektors in Bezug auf das lagegeberfeste Koordinatensystem eingerichtet ist.

5. Sensorantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die interne Verarbeitungseinheit einen programmierbaren Logikbaustein, insbesondere einen FPGA oder CPLD, umfasst.

6. Sensorantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die externe Verarbeitungseinheit als Speicherprogrammierbare Steuerung oder als PC ausgebildet ist.

7. Sensorantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Datenbus (8) Ethernet basiert ist.

8. Sensorantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Kommandosignal (6, 7) einen Positionssollwert (6) und einen Geschwindigkeitssollwert (7) für den Läufer (3) umfasst.

9. Sensorantrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die externe Verarbeitungseinheit dazu eingerichtet ist, bei der Bestimmung des Sollstromvektors neben Kommandosignal (6, 7) eine Läuferpositionsinformation (11) und einen Umrichter-kennwert zugrunde zu legen, wobei der Umrichter-kennwert ein Erreichen einer Leistungsgrenze für die in den Läufer (3) einzuspeisende Leistung kennzeichnet.

10. Verfahren zur Positionsregelung eines Läufer (3) einer dynamoelektrischen Maschine, wobei der Läufer (3) Phasenspulen zur Erzeugung eines magnetischen Feldes aufweist, bei dem

- eine elektrische Sollwertgröße für den Läufer (3) auf Grundlage eines Kommandosignals (6, 7) von einer externen Verarbeitungseinheit bestimmt und über einen Datenbus (8) mit einer Taktfrequenz an eine interne, fest mit dem Läufer (3) verbundene Verarbeitungseinheit gesendet wird,
- mit der internen Verarbeitungseinheit Phasenstromsollwerte für einen Umrichter (2) auf Grundlage der elektrischen Sollwertgröße und aktueller Läuferpositionsinformationen (11) vorgegeben werden und
- besagte Phasenstromsollwerte mit einer Kommutierungsfrequenz aktualisiert werden, die höher als die Taktfrequenz ist, mit der der Datenbus (8) betrieben wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

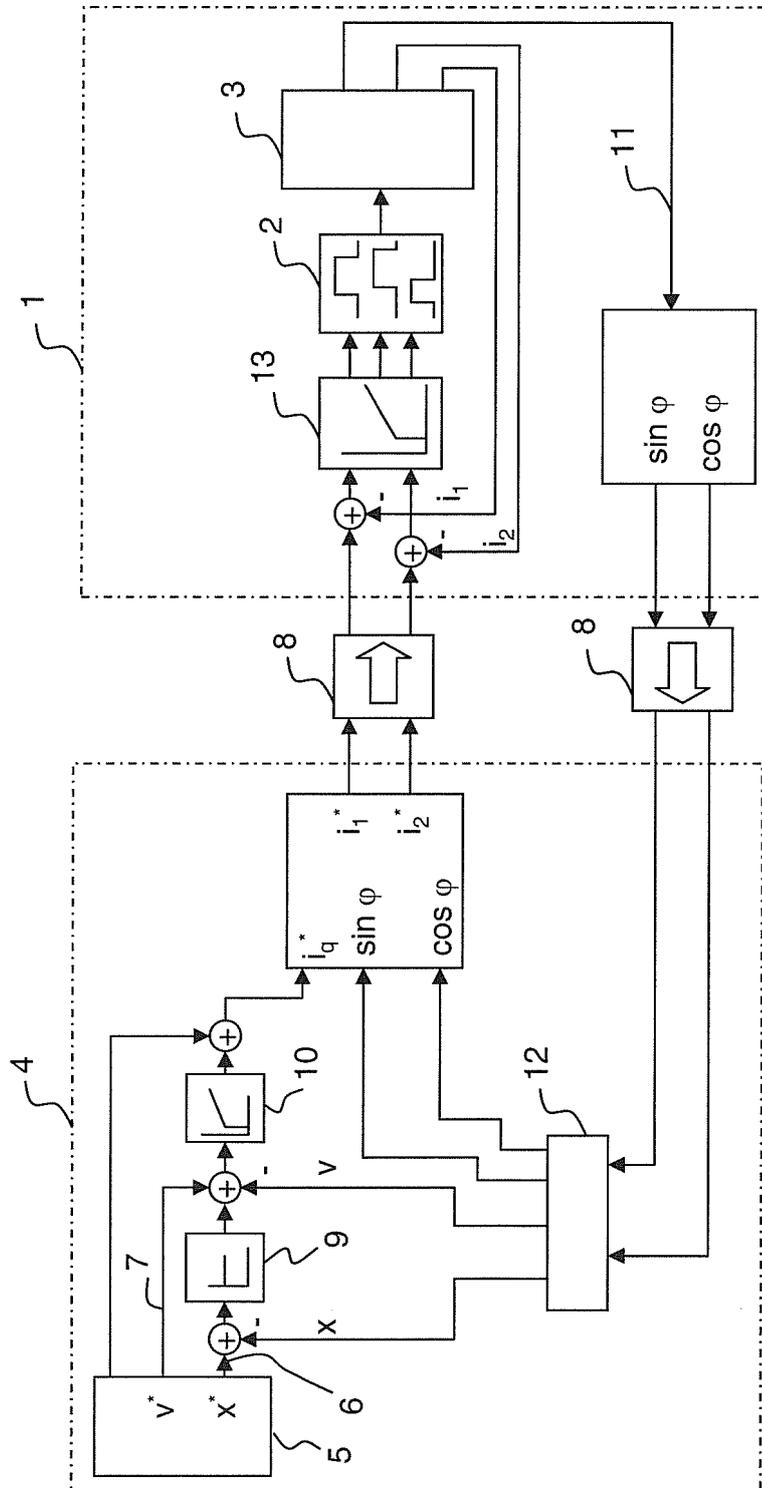


FIG 1

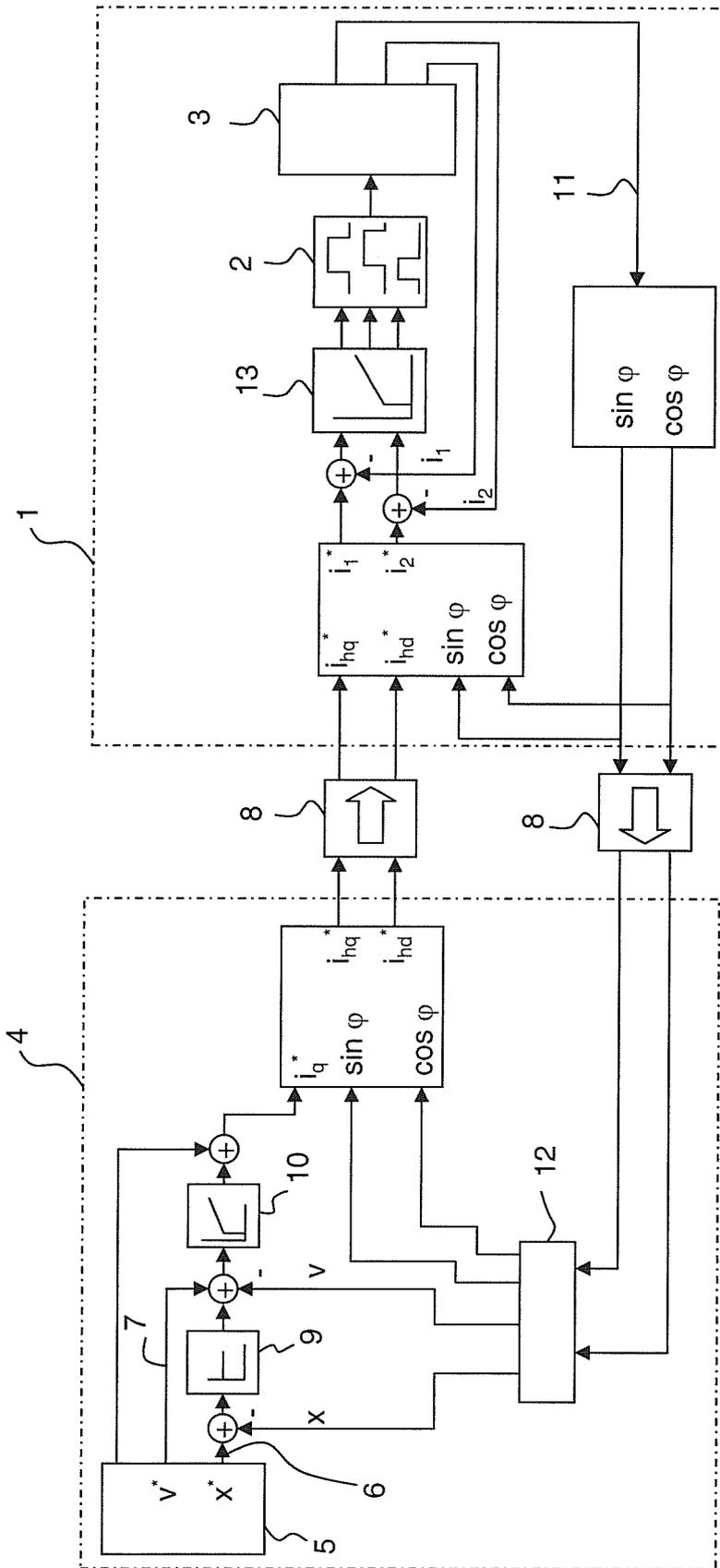


FIG 2

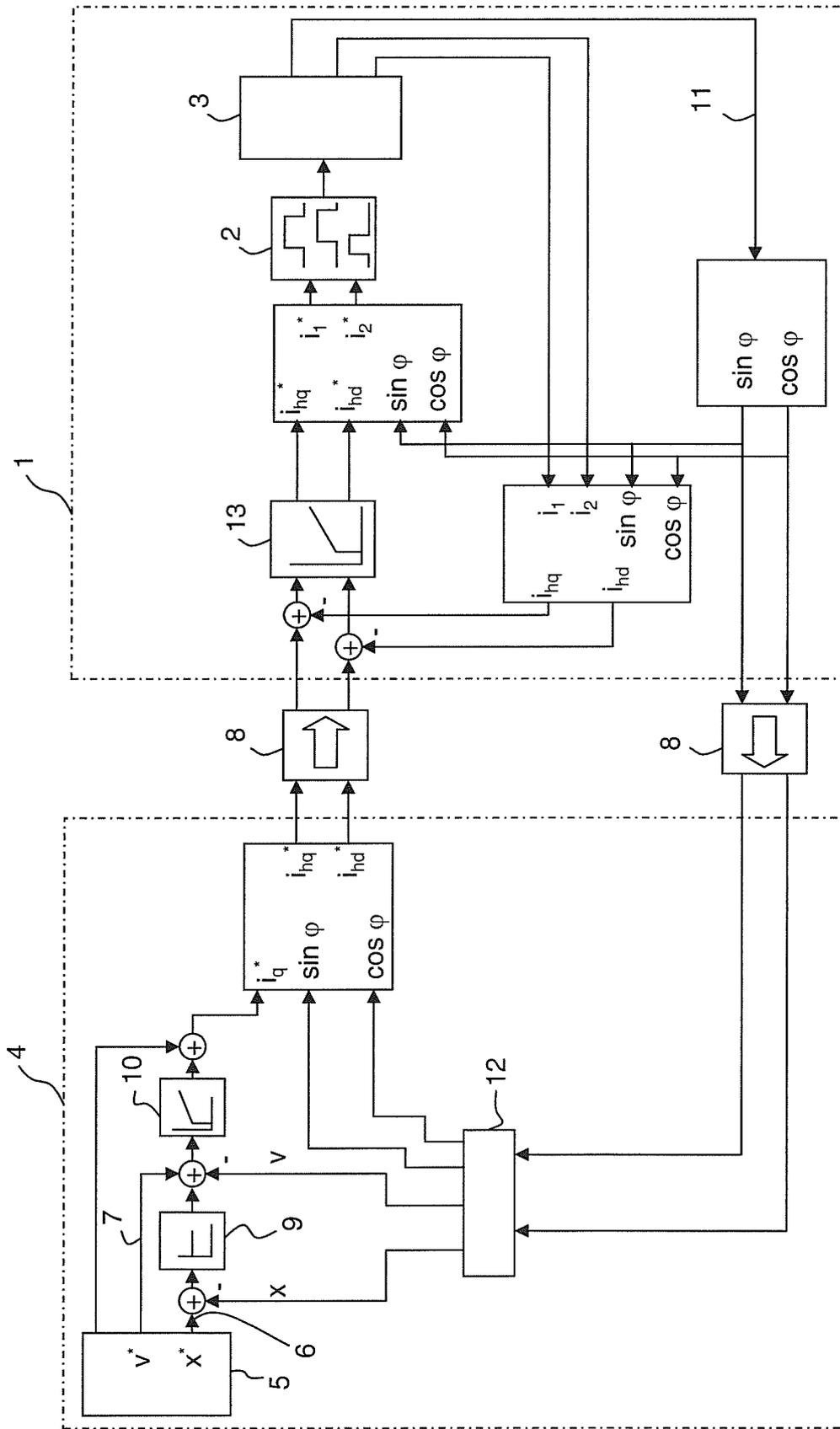


FIG 3