

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1691/2008
(22) Anmeldetag: 30.10.2008
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2010

(51) Int. Cl.⁸: **H02P 7/00** (2006.01)
H02M 3/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0789447A2

(73) Patentinhaber:
HIMMELSTOSS FELIX DIPL.ING. DR.
A-2351 WR. NEUDORF (AT)

(72) Erfinder:
HIMMELSTOSS FELIX DIPL.ING. DR.
WR. NEUDORF (AT)

(54) EIN- UND ZWEIQUADRANTENSTELLGLIEDER

(57) Die Erfindung betrifft Stellglieder zur Ansteuerung einer Gleichstrommaschine oder eines Aktuators bestehend aus einer ersten und einer zweiten Eingangsklemme, einer ersten und einer zweiten Ausgangsklemme, einem aktiven und einem passiven Schalter samt Ansteuerung, einer Spule und einem Kondensator. Zwischen der ersten (1) und der zweiten Eingangsklemme (2) ist die Serienschaltung des aktiven Schalters (S) mit der Spule (L) und parallel zur Spule (L) die Serienschaltung des Kondensators (C) und der Diode (D) geschaltet und parallel zur Diode (D) sind die erste (3) und die zweite Ausgangsklemme (4) geschaltet. Die Schaltung kann leicht bidirektional ausgeführt werden. Damit ist nicht nur geordnetes Fahren sondern auch definiertes Bremsen möglich.

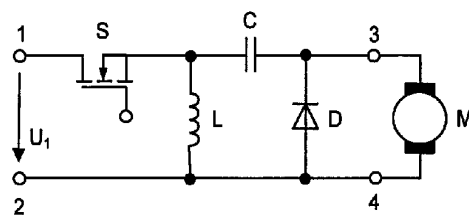


Fig. 4 a

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Stellglieder zur Ansteuerung eines Aktuators oder einer Gleichstrommaschine, bestehend aus einer ersten und einer zweiten Eingangsklemme, einer ersten und einer zweiten Ausgangsklemme, einem aktiven und einem passiven Schalter samt Ansteuerung, einer Spule und einem Kondensator.

[0002] Um Gleichstrommaschinen in der Drehzahl zu verändern, muss die Spannung an den Ankerklemmen verändert werden. Dies geschieht durch Stellglieder. Ebenso muss an induktive Aktuatoren eine variable Spannung gelegt werden um den Strom zu verändern. Die Induktivität kann dabei z.B. bei einem Hubmagneten variabel zum Abstand sein. Im Gegensatz zur Gleichstrommaschine tritt jedoch keine oder nur eine geringe Quellspannung in der Last auf. Bei den neuen hier vorgestellten Stellgliedern sind Quellspannungen im Aktuator günstig.

[0003] Der Stand der Technik und die neuen Stellerschaltungen werden anhand der Abbildungen besprochen. Figur 1 zeigt den klassischen Ein- und Zweiquadrantenantrieb. Figur 2 zeigt einen Hoch-Tiefsetzsteller in Einquadranten- und Zweiquadrantenausführung. Figur 3.a zeigt einen Konverter für Einquadrantenbetrieb und Fig. 3.b eine Erweiterung auf Zweiquadrantenbetrieb, aufgebaut mit einer Halbbrücke. Figur 4 zeigt die neue Stellerschaltung als Einquadranten- (Fig. 4.a) und als Zweiquadrantenkonverter (Fig. 4.b). Figur 5.a entsteht aus Fig. 4.a durch Umkonfigurieren. Der aktive Schalter wird gegen Masse geschaltet, die Maschine ist jedoch schwebend. Schließlich zeigt Fig. 5.b noch die Ausformung für den Zweiquadrantenbetrieb.

[0004] Das Dokument EP 789 447 A2 behandelt akkugespeiste Elektrokleingeräte. Im Folgenden wird mit den Figuren auf die gegenständliche Anmeldung und nicht auf EP 789 447 A2 Bezug genommen. Eine Schaltung in EP 789 447 A2 entspricht in Bezug auf den Leistungsteil der in Fig. 3.a, (wenn man die Bauteile die zur Strommessung bzw. zur Transistoransteuerung notwendig sind weglässt). Die Variante Fig. 3.b wird nicht dargestellt bzw. ist nicht durch die Ansprüche vorweggenommen. Bei dieser Variante handelt es sich um eine Erweiterung des Converters in einen Zweiquadrantensteller. Damit lässt sich im Gegensatz zur Einquadrantenversion in Fig. 3.a auch eine definierte Bremsung durchführen. Die Converterschaltungen Fig. 4. a und b, bzw. Fig. 5.a und b werden nicht durch EP 789 447 A2, insbesondere Anspruch 10 vorweggenommen. Dabei stellen Fig. 4.a und Fig. 5.a Einquadrantensteller, Fig. 4.b und Fig. 5.b Zweiquadrantensteller dar. Trotz der Ähnlichkeit unterscheiden sich die Schaltungen in ihrem Verhalten. So entnehmen die Schaltungen gemäß den Figuren 4 und 5 der Quelle z.B. einen pulsförmigen Strom, die Schaltungen gemäß Figur 3 jedoch nicht.

[0005] Die klassische Methode, einen Einquadrantensteller für einen Aktuator, z.B. eine Gleichstrommaschine oder einen Magnet, zu realisieren ist der Tiefsetzsteller, in diesem Fall bestehend aus einem aktiven Schalter und einer Diode (Fig. 1.a). An den Aktuator wird dabei abwechselnd die Betriebsspannung und nach Abschalten des aktiven Schalters, bedingt durch das Einschalten der Diode zur Abmagnetisierung, die negative Flussspannung der Diode gelegt. Mit dieser einfachen Schaltung kann man nur eine Spannung in einer Richtung an und einen Strom in einer Richtung durch den Aktuator legen bzw. fließen lassen. Ein Bremsen einer Gleichstrommaschine ist daher nicht möglich, da um ein Bremsmoment zu erzeugen, ein negativer Strom erforderlich ist. Die Maschine kann also nur auslaufen. Dies ist z.B. für Lüfter oder Pumpenantriebe auch völlig ausreichend, ebenso bei einem Hubmagneten. Will man jedoch ein definiertes Stillsetzen eines Gleichstromantriebs, so muss die Stromrichtung umgekehrt werden. Das erfordert einen Zweiquadrantenantrieb. Dazu wird der aktive Schalter durch eine antiparallele Diode und die Diode durch einen antiparallelen aktiven Schalter überbrückt (Fig. 1.b).

[0006] Möchte man an den Aktuator eine höhere Spannung als die zur Verfügung stehende Betriebsspannung legen, so kann man das mit einem Hoch-Tiefsetzsteller (Buck-Boost Konverter) bewerkstelligen. Neben einem aktiven Schalter und der Diode benötigt man noch einen Kondensator und eine Spule (Fig. 2.a). Die Klemmenspannung am Aktuator hängt dann von der Eingangsspannung U_1 und dem Tastverhältnis d (dem Verhältnis von Einschaltzeit des aktiven Schalters zur Schaltperiode) ab. Bei einem idealen Konverter und kontinuierlichem (nicht lü-

ckendem) Betrieb, ergibt sich für den Mittelwert der Aktuatorspannung U_M

$$U_M = \frac{d}{1-d} \cdot U_1 .$$

[0007] Auch hier ist es leicht möglich, einen Zweiquadrantensteller zu bauen (Fig. 2.b).

[0008] Figur 3.a stellt eine andere Anordnung zur Realisierung eines Einquadrantenstellers dar. Die Klemmenspannung am Aktuator ist gepulst, hat aber unter der Voraussetzung von idealen Bauelementen im Konverter und bei vernachlässigtem ohmschen Widerstand des Aktuators denselben Mittelwert wie beim Buck-Boost Konverter. Bei einer Gleichstrommaschine wird sich im stationären Fall eine Quellenspannung U_Q von

$$U_Q = \frac{d}{1-d} \cdot U_1$$

[0009] einstellen. Da die Quellenspannung eine Funktion der Drehzahl ist, kann man mit der Spannungskonstante c_E der Maschine für die Stationäre Drehzahl n_0 schreiben.

$$n_0 = \frac{1}{c_E} \cdot \frac{d}{1-d} \cdot U_1 .$$

[0010] Figur 3.b zeigt die Adaptierung der Schaltung nach Fig. 3.a für den Zweiquadrantenbetrieb. Damit ist Bremsbetrieb und daher ein definiertes Bremsen und Stillsetzen möglich. Vorteilhaft ist die Realisierung mit Hilfe einer Halbbrücke. Damit sind die parasitären Induktivitäten gering und die Überspannungen an den Schaltelementen halten sich in Grenzen. Bei beiden Varianten nach Fig. 3 ist der Quellstrom kontinuierlich und nicht wie bei den Lösungen gemäß Fig. 1 und Fig. 2 pulsformig. Dies führt zu einer Verkleinerung des parallel zur Quelle liegenden Kondensators. Durch diesen Kondensator wird vermieden, dass durch die Quelle eine Wechselstromkomponente fließt.

[0011] Figur 4 zeigt eine weitere Ausformung des Stellglieds (Einquadrantensteller Fig. 4.a, Zweiquadrantensteller Fig. 4.b). Auch hier ergibt sich eine Drehzahlformel wie oben, der Motor muss aber für dieselbe Drehrichtung umgekehrt gepolt angeschlossen werden. Hier wird der Quelle pulsformiger Strom entnommen.

[0012] Eine Abwandlung des Konverters von Fig. 4 zeigt Fig. 5. Hierbei wird die Lage des Schalters verändert. Er wird nun gegen Masse geschaltet. Das erleichtert die Ansteuerung, da nun kein „high-side“ Treiber verwendet werden muss. Dafür liegt aber die Maschine nicht wie bei allen anderen hier besprochenen Konvertern an Masse (Bezugspotential). Da das Gehäuse der Maschine typisch geerdet ist, kommt es so zu Verschiebungsströmen zur Masse. Diese Verschiebungsströme können bei größeren Maschinen EMV Probleme verursachen. Fig. 5.b zeigt die Abwandlung von Fig. 5.a zu einem Zweiquadrantensteller. Auch hier ist wieder der Einsatz einer Halbbrücke möglich. Für Halbbrücken sind viele geeignete Treiberstufen erhältlich, die den praktischen Aufbau erleichtern.

[0013] Die Aufgabe, einen Gleichstrommotor oder Aktuator anzusteuern, wird erfindungsgemäß dadurch bewerkstelligt, dass zwischen der ersten (1) und der zweiten Eingangsklemme (2) die Serienschaltung des aktiven Schalters (S) mit der Spule (L) und parallel zur Spule (L) die Serienschaltung des Kondensators (C) und der Diode (D) geschaltet ist und parallel zur Diode (D) die erste (3) und die zweite Ausgangsklemme (4) geschaltet sind (Anspruch 1) oder dass bei einem Stellglied zur Ansteuerung einer Gleichstrommaschine oder eines Aktuators, bestehend aus einer ersten (1) und einer zweiten Eingangsklemme (2), einer ersten (3) und einer zweiten Ausgangsklemme (4), einem aktiven (S1) und einem passiven Schalter (D2) samt Ansteuerung, einer Spule (L) und einem Kondensator (C), wobei zwischen der ersten (1) und der zweiten

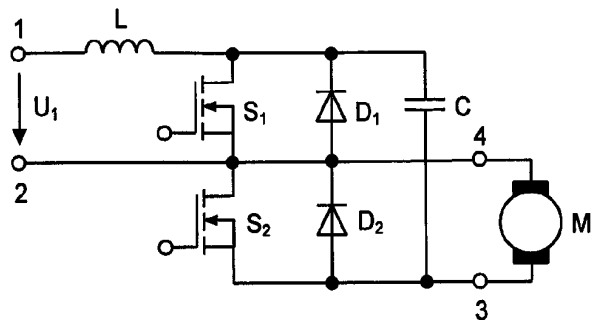
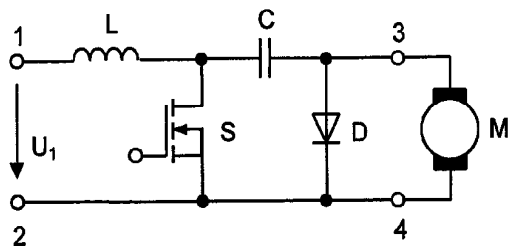
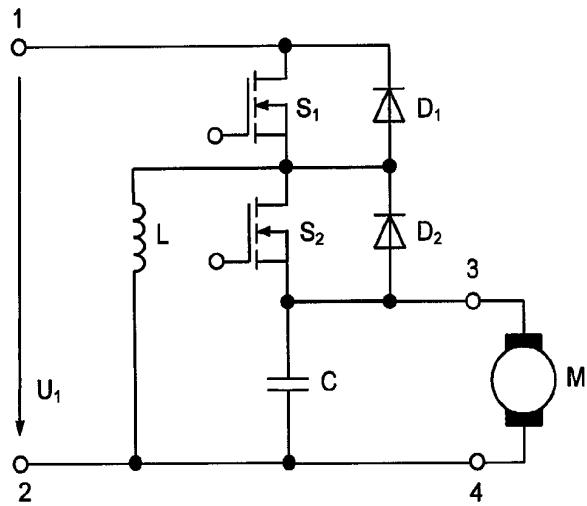
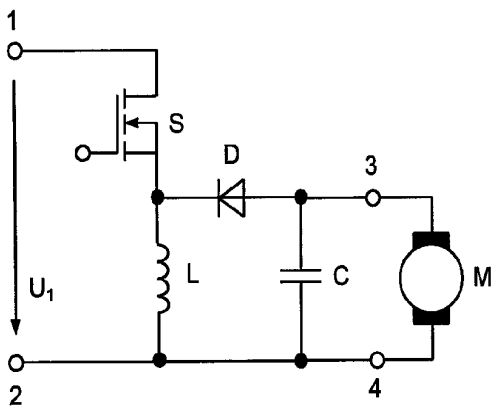
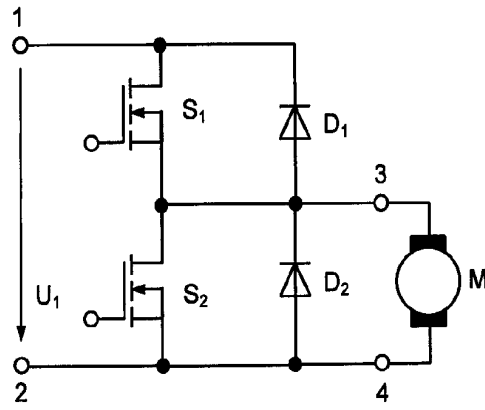
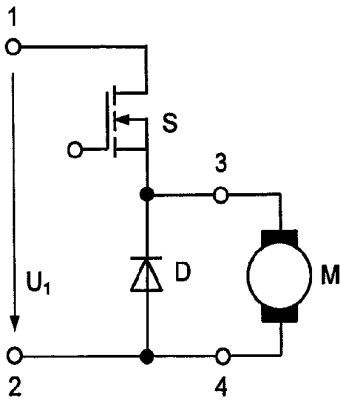
Eingangsklemme (2) die Serienschaltung der Spule (L) mit dem aktiven Schalter (S1) und parallel zum aktiven Schalter (S1) die Serienschaltung des Kondensators (C) und der Diode (D2) geschaltet ist und parallel zur Diode (D2) die erste (3) und die zweite Ausgangsklemme (4) geschaltet sind, der aktive Schalter (S1) durch eine zweite antiparallele Diode (D1) und die Diode (D2) durch einen zweiten antiparallelen aktiven Schalter (S2) überbrückt ist (Anspruch 3).

[0014] Um die Schaltung bidirektional auszuführen, wird der aktive Schalter durch eine zweite antiparallele Diode und die Diode durch einen zweiten antiparallelen aktiven Schalter überbrückt (Anspruch 2). Diese Erweiterung kann oft sinnvoll so erfolgen, dass die Verschaltung des aktiven Schalters, der Diode mit dem zweiten aktiven Schalter und der zweiten Diode mit Hilfe eines Halbbrückenmoduls durchgeführt wird (Anspruch 4). Zusätzlich kann zwischen der ersten und der zweiten Eingangsklemme ein zweiter Kondensator geschaltet sein (Anspruch 5).

Patentansprüche

1. Stellglied zur Ansteuerung eines Aktuators oder einer Gleichstrommaschine, bestehend aus einer ersten (1) und einer zweiten Eingangsklemme (2), einer ersten (3) und einer zweiten Ausgangsklemme (4), einem aktiven (S) und einem passiven Schalter (D) samt Ansteuerung, einer Spule (L) und einem Kondensator (C) **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der ersten (1) und der zweiten Eingangsklemme (2) die Serienschaltung des aktiven Schalters (S) mit der Spule (L) und parallel zur Spule (L) die Serienschaltung des Kondensators (C) und der Diode (D) geschaltet ist und parallel zur Diode (D) die erste (3) und die zweite Ausgangsklemme (4) geschaltet sind.
2. Stellglied gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass der aktive Schalter (S1) durch eine zweite antiparallele Diode (D1) und die Diode (D2) durch einen zweiten antiparallelen aktiven Schalter (S2) überbrückt ist.
3. Stellglied zur Ansteuerung einer Gleichstrommaschine oder eines Aktuators, bestehend aus einer ersten (1) und einer zweiten Eingangsklemme (2), einer ersten (3) und einer zweiten Ausgangsklemme (4), einem aktiven (S1) und einem passiven Schalter (D2) samt Ansteuerung, einer Spule (L) und einem Kondensator (C), wobei zwischen der ersten (1) und der zweiten Eingangsklemme (2) die Serienschaltung der Spule (L) mit dem aktiven Schalter (S1) und parallel zum aktiven Schalter (S1) die Serienschaltung des Kondensators (C) und der Diode (D2) geschaltet ist und parallel zur Diode (D2) die erste (3) und die zweite Ausgangsklemme (4) geschaltet sind **dadurch gekennzeichnet**, dass der aktive Schalter (S1) durch eine zweite antiparallele Diode (D1) und die Diode (D2) durch einen zweiten antiparallelen aktiven Schalter (S2) überbrückt ist.
4. Stellglied gemäß Anspruch 2 oder 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verschaltung des aktiven Schalters (S1), der Diode (D2) mit dem zweiten aktiven Schalter (S2) und der zweiten Diode (D2) mit Hilfe eines Halbbrückenmoduls erzielt wird.
5. Stellglied gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der ersten (1) und der zweiten Eingangsklemme (2) ein zweiter Kondensator geschaltet ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen



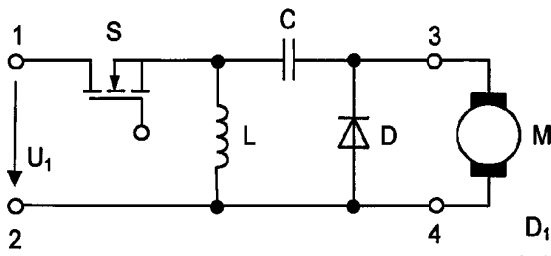


Fig. 4. a

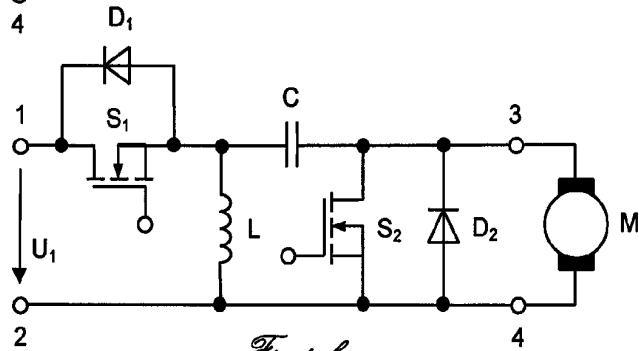


Fig. 4. b

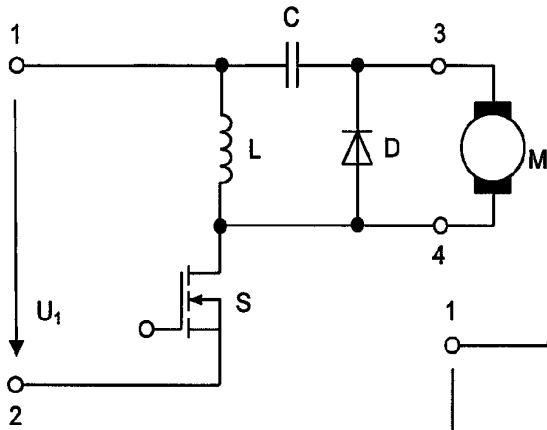


Fig. 5. a

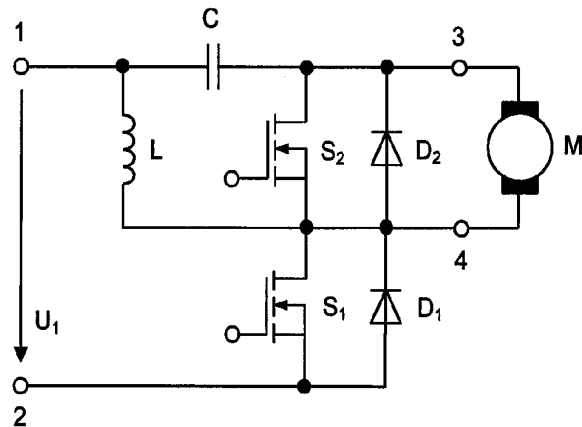


Fig. 5. b