

Trends bei drehzahlverstellbaren NS-Antrieben

H. Kabisch, Berlin

Obwohl Anzahl und Leistung der installierten durchlaufenden Elektroantriebe weitaus größer sind, liegen Wachstum und Innovationskraft eindeutig bei den drehzahlverstellbaren Antrieben. Die Schlagworte verbesserte Dynamik, Mechatronik, Funktionsintegration, netzfreundliche Umrichter und auch Motorbremsung kennzeichnen diese Entwicklung.

1 Drehzahlverstellbare Drehstromantriebe hoher Dynamik

Wachstums- und Innovationsträger der Branche sind vor allem transformatorlos an das Niederspannungsnetz anschließbare drehzahlverstellbare Antriebe mit Asynchronmaschinen im Leistungsbereich bis zu mehreren 100 kW. Sie werden bis etwa 10 kW durch hochdynamische Antriebe mit Synchronmaschinen ergänzt, die sich insbesondere wegen des geringen Bauvolumens und des kleinen Trägheitsmoments als Servoantriebe mit Positionieraufgaben und künftig auch stärker als Fahrzeugantriebe neue Anwendungsgebiete erobern. Dazu gehört auch der weiterentwickelte Reluktanzmotor, der bis zur Leistungsgrenze von 100 kW zum Einsatz kommen dürfte. Die drehzahlverstellbaren Drehstromantriebe haben die viele Jahrzehnte dominierenden fremderregten Gleichstrommaschinen vom deutschen Markt weitgehend verdrängt. Das gilt auch für hochdynamische Antriebe mit Asynchronmaschinen. Obwohl dort prinzipbedingt der regelungstechnische Aufwand erheblich größer als bei der Gleichstromantriebstechnik ist, haben inzwischen ausgereifte Schaltungskonzepte und Fortschritte der Mikroelektronik die Kostenunterschiede minimiert. Mit ihren Spitzenerzeugnissen sind Gleich- und Drehstromantriebstechnik dynamisch gleichwertig.

2 Mechatronik: Synchronisierte Mehrmotorenantriebe contra Einzelantrieb

Leistungsfähige Servoantriebe der neuen Generation können jede beliebige Stellbewegung verzögerungsarm realisieren. Eine von vielen Anwendungen ist der Verbundbetrieb mehrerer Antriebe über eine

hochgenaue „elektronische Welle“. Dabei verbindet eine „virtuelle Leitachse“ die einzelnen örtlich verteilten Antriebe und sichert deren Gleichlauf. Die Verteilung der Geschwindigkeits- und Winkelsollwerte an die einzelnen Antriebe erfolgt taktisch synchron z. B. über die schnelle Lichtleiterkopplung Simolink. Bild 1 zeigt, daß an die Stelle der weit verbreiteten Feldbussysteme ein neues Netzwerk getreten ist, das unter Umgehung eines Busmasters den Zugriff jederzeit sicherstellt. Alle Antriebe empfangen ihre Sollwerte mit einer Zeitdifferenz von weniger als 1 µs. Der Hoch- und Rücklauf der Produktionsmaschine erfolgt automatisch. Dazu ist in jedem Servo-Umrichter vom Typ Masterdrives Motion Control ein Präzisionshochlaufgeber integriert, der über die virtuelle Leitachse gesteuert wird. Diese besonders für Produktionsmaschinen geeignete neue Technik löst konventionelle Konzepte mit Einzelantrieben ab: Eine Rechnersteuerung ersetzt Wellen, Getriebe, Kupplungen, Nocken, Kurvenscheiben usw. In Rotationsdruckmaschinen entfallen beispielsweise die teuren und verschleiß-

behafteten „Königswellen“. Gleichzeitig werden Torsionsschwingungen, die sich bei mechanischen Antriebssträngen aufbauen können, verhindert. Darüberhinaus erhöhen sich Arbeitsgeschwindigkeit, Produktqualität und Flexibilität. Letztere ist durch den Austausch von Software – bei einer Maschinenmodernisierung durch Erstellung einer neuen Software – gewährleistet.

Gleiche Vorteile ergeben sich beim Einsatz in Transportprozessen, in Verpackungs- und Textilmaschinen wie auch bei vielen ähnlich gearteten Bewegungsabläufen.

Mit einer neuen Systemtechnik aus Mechanik, Elektrik und Informationstechnik – als Mechatronik bezeichnet – wird eine neue Qualitätsstufe erreicht. Dabei kann der Synchronmotor aufgrund seiner geringen Abmessungen optimal in eine mechanische Konstruktion eingeordnet werden.

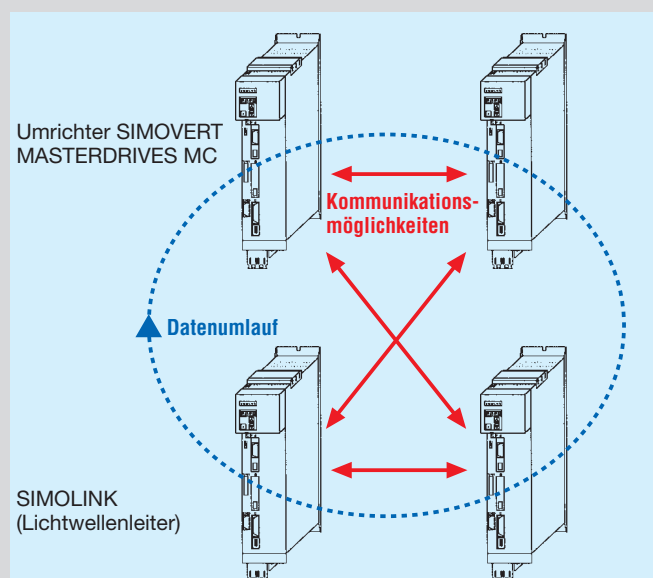
3 Neue Automatisierungsplattform in der Automatisierungstechnik

Mit der Verlagerung technologiespezifischer SPS-Funktionen in den Umrichter reduziert sich die Aufgabe der übergeordneten Steuerung zunehmend auf die Koordination der Einzelprozesse und der Bedienerführung.

Die Verfügbarkeit praktisch echtzeitfähiger Feldbusse wie Simolink kann nach Ansicht von Dr.-Ing. J. Weidauer perspektivisch auch zur Integration der koordinierenden Funktion in die Antriebsumrichter führen (Bild 2). Stellt jeder Antrieb einen Bruchteil seiner Rechenleistung zur Verfügung, könnte diese Aufgabe auf mehrere Einzelantriebe aufgeteilt und gemeinsam abgewickelt werden. Weidauer hält es dann

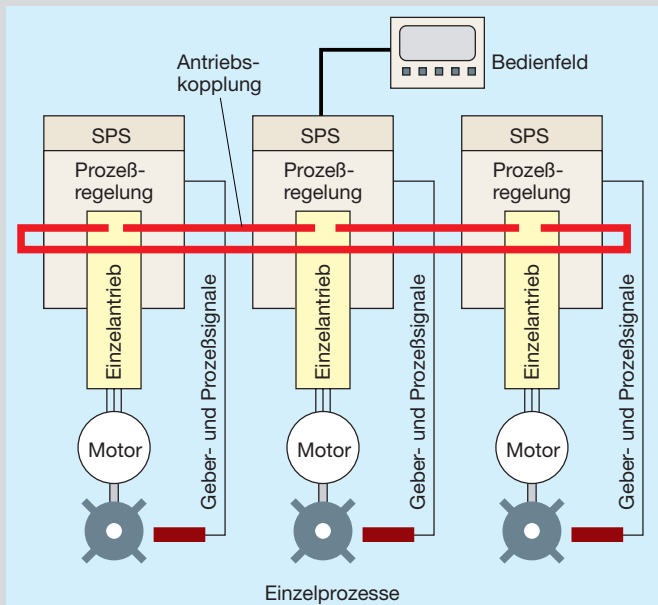
1 Simolink, die Antriebsvernetzung für Mehrmotorenantriebe mit Gleichlauf- und Positionierfunktionen. Jeder Antrieb hat praktisch verzögerungsfrei Zugriff auf alle relevanten Systemsignale.

(Quelle: Siemens AG Erlangen)

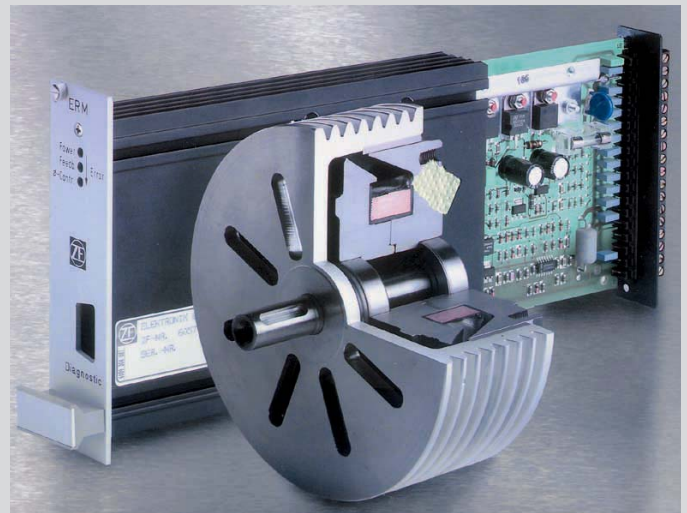


Autor

Dipl.-Ing. Helmut Kabisch ist freier Fachjournalist, Berlin.



② Leistungsfähige neue Bussysteme forcieren die weitere Funktionsverlagerung. Die so vernetzten Antriebe werden zur Plattform für überlagerte Regel- und Steuerfunktionen. (Quelle: Siemens AG Erlangen)



③ Hysteresebremse und Kupplungen haben Magnetpulver- als auch Wirbelstromgeräte wegen ihrer Überlegenheit weitgehend verdrängt. Die neue Typenreihe verkraftet gegenüber vergleichbaren Baugrößen die doppelte, bei kurzzeitigem Betrieb sogar die vierfache Schlupfleistung. (Foto: ZF Friedrichshafen AG)

für möglich, daß sich vernetzte Antriebe zukünftig neben SPS, Industrie-PC und intelligenten Bedienfeldern als weitere Plattform für Automatisierungslösungen etablieren.

4 Neue Wege zur Motorbremsung

Elektromotoren mit angebaute mechanischer Bremse oder Kupplung verkürzen Nachlaufzeiten und -wege, halten bei Stromausfall Lasten und sichern vorgegebene Positionen. Veränderte Produktanforderungen an aus sicherheitstechnischen Gründen ruhestrombetätigte Bremsen haben zu neuen technischen Lösungen wie der KEB Combiperm P1 mit Permanentmagnetbremsen unter Verwendung von Neodym-Eisen-Bor-Material geführt. Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen und Erhöhung des Drehmoments je Baugröße um 50 % kennzeichnen das neue, von 2 bis 145 Nm reichende Sortiment.

Einen anderen Weg verfolgt die ZF Maschinenantriebe GmbH mit ihrer Federdruck-Sicherheitsbremse, die selbst nach Verschleiß ihre Bremsfunktion erfüllt und gleichzeitig das Wartungspersonal alarmiert. Konstante Bremsmomente über den gesamten Betriebstemperaturbereich und die ganze Lebensdauer sind ohne Nachteile selbst nach einigen tausend Notbremsungen möglich. Die Baureihe FBM umfaßt aktuell unterschiedliche Modelle und Leistungsgrößen für übertragbare Drehmomente von 2,5 bis 70 Nm.

Der gleiche Hersteller brachte eine Baureihe von Hysteresebremsen und -kupplungen auf den Markt (Bild ③). Ergänzt um die gezeigte Elektronik wird ein voreinge-

stelltes Drehmoment drehzahlunabhängig vom Stillstand bis zum Maximalwert konstant gehalten. Ein typisches Einsatzgebiet ist die Verarbeitung von Endloswaren wie Papier, Textilien, Draht oder Kabel – eine Lösung für einfache Aufgaben ohne Umrichter.

5 Bremsung mit Motorstrom

Die Mehrzahl der marktgängigen Umrichter für Standardantriebe verfügt über einen Chopper (Zerhacker), mit dessen Hilfe im Zwischenkreis über einen zusätzlichen äußeren Lastwiderstand die Bewegungsenergie gesteuert in Verlustwärme umgewandelt wird. Alternativ dazu lassen sich einige Umrichter so steuern, daß der Antrieb mit Gleichstrom bzw. im Gegenstrombetrieb (Wechselstrom) abgebremst werden kann.

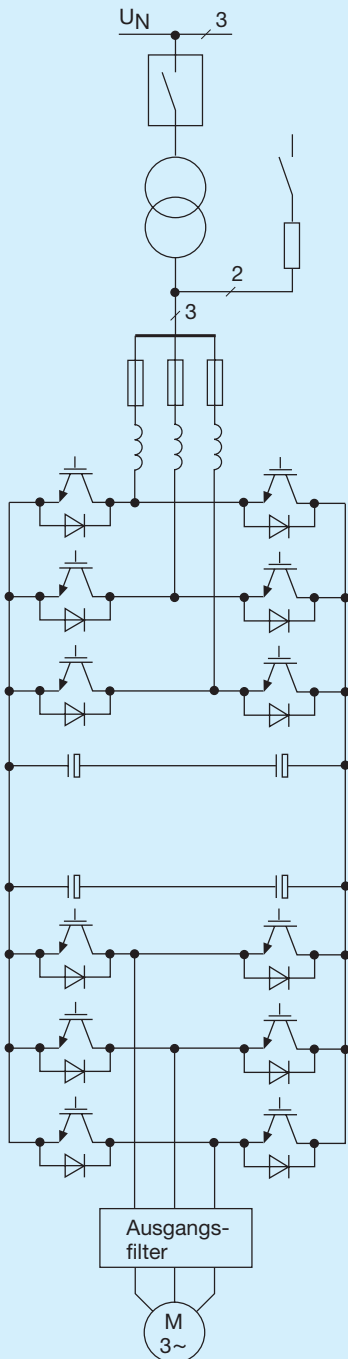
Sind größere Bremsenergien zu bewältigen oder soll der Motor wahlweise in beiden Drehrichtungen treiben bzw. bremsen, ist der Übergang zu Umkehrantrieben mit Rückspeisung der Bremsenergie Stand der Technik. Bevorzugt wird auch hier ein Umrichter mit Spannungszwischenkreis, dessen Netzgleichrichter zur Sicherung der Energierücklieferung in das speisende Netz anstelle von Dioden mit Netzthyristoren bestückt ist. Dadurch wird aber dem Netz nicht nur ein von der Sinusform erheblich abweichender Strom entnommen bzw. im Bremsbetrieb in das Netz eingespeist, sondern es entsteht zusätzlich Blindleistung. Der Umrichter wirkt auf das Netz wie ein Oberschwingungsgenerator, der die Spannungsqualität verschlechtert und damit die Funktionsfähigkeit parallel angeschlossener Verbraucher beeinträchtigen kann. Deshalb sind ggf. zusätzliche

Filter- und Kompensationseinrichtungen erforderlich.

6 Netzfrendliche Antriebe auch für extreme dynamische Anforderungen

Werden auf der Netzseite statt der Thyristoren mit höherer Taktfrequenz arbeitende Halbleiterschalter – im Niederspannungsbereich überwiegend IGBT-Transistoren (Insulated Gate Bipolar Transistor) mit antiparallel geschalteten Dioden – eingesetzt, wirkt dieser Stromrichter (Vier-Quadrantensteller) bei entsprechender Steuerung zusätzlich wie ein niederfrequenter Oberschwingungsfilter (Bild ④). Gleichzeitig kann Blindleistung kompensiert werden. Nach langjährigen Betriebserfahrungen mit einem ähnlichen Umrichter im Traktionsbetrieb mit 16 2/3 Hz und der Nutzung in Windkraft- und USV-Anlagen sowie als aktiver Filter, hat sich der getaktete netzseitige Stromrichter auch in der stationären Drehstromantriebstechnik als eine wesentliche Ergänzung zu den dominierenden Umrichtern mit thyristorbestückten Netzstromrichter erwiesen.

Getaktete Netzstromrichter reduzieren Verluste und induktive Blindleistung im gesamten Antriebssystem, sparen aber auch Kosten bei Filtern und Kompensationsanlagen. In der Regel kann bei Bedarf der Leistungsfaktor auf Sollwerte zwischen 0,8 induktiv und 0,8 kapazitiv eingestellt und konstant gehalten werden. An schwachen Netzen verhindern diese Netzstromrichter das befürchtete kurzschlußartige Wechselrichterkippen, weil die mit mehreren 1000 Hz getakteten Transistoren den Strom netzunabhängig unterbrechen. Da die getakteten Transistoren auf Laststöße wesentlich schneller reagieren als Netz-



thyristoren, werden bisher nicht erzielbare Momentenanregelzeiten von einer Millisekunde möglich. Darüberhinaus sichern kurze Meß- und Regelungsintervalle ausgezeichnete Rundlaufeigenschaften der Maschine.

Hauptanwendungsgebiete sind Servoantriebe, Krane, Aufzüge, Zentrifugen, Wickler und nicht zuletzt leistungsstarke Prüfstände für Fahrzeugsystemteile im Antriebsstrang wie Verbrennungsmotore, Kupplungen, Getriebe usw. (Bild 5). Als An- und Abtriebe für Getriebepfstände erlauben sie beispielsweise die Simulation von Drehmomentenschwingungen bis 150 Hz und mehr oder auch von Torsionschwingungen. Als optimiertes, auf den speziellen Fall zugeschnittenes System aus Mechanik, Motor und Umrichter leisten diese Prüfstände einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Fahrsicherheit im Straßenverkehr.

Literatur

- [1] Kabisch, H.: Zeitgemäße Antriebslösungen. Elektropaktiker, Berlin 52(1998)2, S.860-865.
- [2] K. Müller (verantwortlicher Herausgeber); E. Habiger; G. Brandenburg: Automation & Drives Kompendium, das Referenzbuch der Automatisierungs- und Antriebstechnik. München: KM Verlagsgesellschaft 1999.
- [3] Link, M. u.a.: Vier-Quadranten-Umrichter mit geregelterm Netzwechselrichter. Antriebstechnik 38(1999)3, S.34-40.
- [4] Lappe, R.: Handbuch Leistungselektronik. 5. Auflage. Berlin: Verlag Technik 1994.
- [5] Kabisch, H.: Hannover-Messe 99: Elektrische Antriebe – Energie sparen bis Funktionsintegration. Elektropaktiker., Berlin 53(1999)8, S. 676-679.

④ Prinzip-Schaltbild eines Spannungszwischenkreis-Umrichters mit getaktetem (gepulstem) Netzstromrichter, firmenspezifisch u.a. auch als „Vier-Quadranten-Umrichter mit geregelterm Netzwechselrichter“, als „Intelligente Einspeise-Rückspeise-Einheit Active Front End“ usw. bezeichnet.

⑤ Fünf Stromrichter mit einer Nennleistung von jeweils 200 kW für einen Getriebepfstand mit ebenso vielen An- und Abtrieben (Ausschnitt), Abmessungen 800 x 600 x 2200 mm (B x T x H).

(Foto: transresch Antriebssysteme Berlin)

