

Modelle für Strömungsmaschinen

DREI-LEVEL-UMRICHTER Speziell für Anwendungen in Turbo-Gebläsen und Turbo-Kompressoren hat Sieb & Meyer das Leistungsspektrum deutlich erweitert. Gerade im Bereich der Hochgeschwindigkeits-Strömungsmaschinen entschieden sich in den vergangenen Jahren zahlreiche Neukunden aus dem Seriengeschäft für den Frequenzumrichter SD2M.

*Peter Behrends,
auf Basis von Unterlagen
der Firma Sieb & Meyer*

■ Insgesamt stehen nun neun verschiedene Ausführungen des SD2M im Bereich von 75 HP bis 400 HP bzw. 165 A bis 630 A Nennstrom zur Verfügung. Die Geräte sind alle sehr kompakt und für Anwendungsgebiete mit kontinuierlicher Last eignen sich vor allem die SD2M-Modelle mit einer 3-phasigen Netzspannungsversorgung. Neben wassergekühlten Varianten sind auf Anfrage auch luftgekühlte Geräte erhältlich. Für alle Geräte ist eine NRTL/CSA-Zertifizierung beantragt – das ist relevant für Kunden, die ihre Maschinen nach Nordamerika exportieren (**Bild 1**).

Die neuen SD2M-Ausführungen bieten zudem eine Besonderheit für den Einsatz in Turbo-Blowern und -Kompressoren. Es besteht optional die Möglichkeit, aktive Magnetlager über abgesicherte Klemmanschlüsse mit der notwendigen DC-Spannung zu versorgen und diese auch bei Netzausfall zum Abbremsen aufrecht zu erhalten.

Zirka 90 % aller durch den Umrichter verursachten Verluste treten im Rotor auf und können für den Motor schädliche Erwärmung erzeugen. Hinzu kommt, dass das typbedingt geringe Rotorvolumen eines Hochgeschwindigkeitsmotors zusätzliche Temperaturprobleme erzeugt.

Um das Problem zu beherrschen, sind die Regelungsverfahren der SD2x-Frequenzumrichter so optimiert, dass es nur zu einem geringen Anteil an schädlichen Oberwellen im Motorstrom kommt. Dadurch reduziert sich die Erwärmung des Motors und die Verluste fallen um bis zu 90 % geringer aus als bei Standardumrichtern. Doch was sind die Hintergründe und wie lässt sich die Qualität der Motorströme verbessern?



Quelle: Sieb & Meyer

→ **Bild 1:** Für Anwendungen in Turbo-Gebläsen und -Kompressoren hat Sieb & Meyer das Leistungsspektrum der Drei-Level-Umrichter-Baureihe SD2M erweitert

Die vom Umrichter erzeugten Motorströme haben abhängig von der Schaltfrequenz, der Umrichter-DC-Spannung und – ganz entscheidend – von der Motorinduktivität hochfrequente Anteile, sogenannte Stromrippel, die den sinusförmigen Motorstrom überlagern. Kleine Induktivitäten führen dabei zu verhältnismäßig großen Ripple-Strömen, was insbesondere bei schnelllaufenden Synchronmotoren sehr ungünstig ist, da diese physikalisch bedingt sehr kleinen Induktivitäten haben. Die entstehende Rotorerwärmung kann extreme Auswirkungen auf die Rotorstabilität, die Permanentmagnete und die Lagerung haben. Die Probleme treten vor allem bei hohen Nenndrehzahlen des Motors auf.

LC-Filter entschärfen Pulsmuster

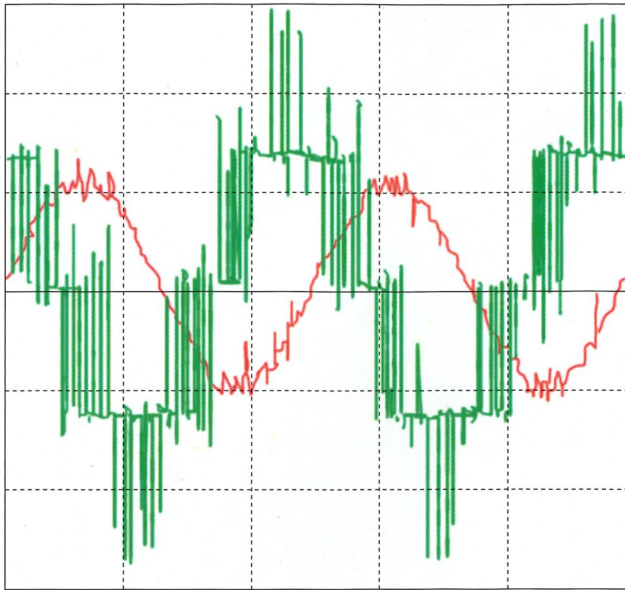
Um dies zu vermeiden, werden bei Standard-Umrichtern mit Zwei-Level-Puls-Weiten-Modulation (PWM) und niedriger Schaltfrequenz häufig LC-Filter eingesetzt. Diese aus passiven elektronischen Komponenten individuell zusammengesetzten Lösungen ermöglichen es, entweder nur die Schaltflanken des vom Umrichter ausgegebenen Pulsmusters zu entschärfen oder sogar annäherungsweise sinusförmige Motorspannungen und Ströme zu erreichen. Wer LC-Filter einsetzt, muss jedoch mit zusätzlichen Kosten, zusätzlichem Platzbedarf und Gewicht sowie Einbußen im Wirkungsgrad rechnen. Auch gilt es, LC-Filter vorab für die jeweilige Applikation auszulegen – das kostet Zeit und Flexibilität.

Hohe Frequenz reduziert Ripple-Strom

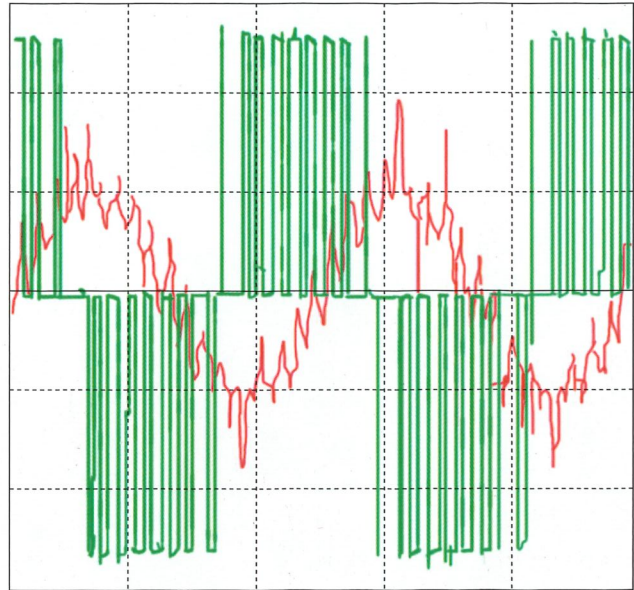
Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Schaltfrequenz für die PWM zu erhöhen. Wird sie verdoppelt, reduziert sich der Ripple-Strom in der Regel um die Hälfte. Technisch wie wirtschaftlich hat dies allerdings Grenzen. Zum einen sind schnell schaltende Leistungstransistoren (IGBT) teuer. Aber auch die Schaltverluste in der Endstufe nehmen extrem zu, was sich ungünstig auf den Wirkungsgrad und damit auch den Kühlaufwand auswirkt. Außerdem reagieren nicht alle Motoren positiv auf eine Schaltfrequenzerhöhung. Bauartbedingt kann es vorkommen, dass eine Erhöhung der Frequenz nur wenig Verbesserungen in den Motorverlusten bringt – hauptsächlich bei Synchronmotoren ohne Segmentierung der Permanentmagnete.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Drei-Level-Technologie einzusetzen. Hier werden die Leistungshalbleiter der Endstufen nur mit der Hälfte der Spannung beaufschlagt, wie

3-Level-PWM mit 16 kHz



Standard-PWM mit 8 kHz



Motorstrom (■) und Motorspannung (■) bei 900 Hz Drehfeldfrequenz

Quelle: Sieb & Meyer

→ **Bild 2:** Qualitätsvergleich der Motorströme (rot) zwischen 3-Level PWM mit 16 kHz (li.) und Standard-PWM mit 8 kHz bei einer Drehfeldfrequenz von 900 Hz – es handelt sich hier um einen vierpoligen Synchronmotor mit einer max. Drehzahl von 27 000 min⁻¹

es bei der Zwei-Level-Technologie üblich ist (**Bild 2**). Jetzt kann man mit Leistungshalbleitern arbeiten, die für wesentlich geringere Spannungen ausgelegt sind und auch noch schneller schalten. Das Resultat ist, dass trotz deutlich höherer Schaltfrequenzen in der Endstufe weniger Schaltverluste entstehen. Gleichzeitig wird der Motor im Vergleich zur Zwei-Level-Technologie nur mit 50 % der Spannungssprünge belastet. Durch den Einsatz dieser Technologie und eine Verdoppelung der Schaltfrequenz, lassen sich die Verluste um ca. 75 % reduzieren. Nutzt man Drei-Level-Technologie und Schaltfrequenzerhöhung lassen sich die im

Rotor entstehenden Verluste sogar um bis zu 90 % senken. LC-Filter können dann häufig komplett entfallen.

Betrieb auch an ungeerdeten IT-Netzen

Der Frequenzumrichter SD2M ist in bestimmten Ausführungen für den Betrieb an ungeerdeten IT-Netzen vorbereitet. Umbaumaßnahmen wie Hardware-Eingriffe am Gerät sind somit nicht notwendig. Am 3-phasigen IT-Netz mit 480 V (+10 %) gibt es bereits umfangreiche positive Erfahrungen mit Leistungsklassen bis 300 kW. IT-

Netze haben im Gegensatz zu den am meisten verbreiteten TN- und TT-Netzen keinen festen Bezug zum Erdpotential – das hat zur Folge, dass energiereiche Störanteile nicht abgeleitet werden können. Dadurch ergeben sich erhebliche Probleme in Bezug auf die Isolation von Geräten und es treten häufig Störungen auf. Deshalb verbieten viele Hersteller von Umrichtern von vornherein deren Einsatz an ungeerdeten Netzen. Alternativ müssen die Geräte aufwändig modifiziert werden. Die Umrichterbaureihe »SD2M« hingegen kann neuerdings problemlos auch in IT-Netzen eingesetzt werden. ■