

FREQUENZUMRICHTER

KEEP COOL!



Die Frequenzumrichter der SD2x-Produktfamilie von Sieb & Meyer sind spezialisiert auf den Betrieb von Hochgeschwindigkeitsmotoren, die nur geringe Motorverluste erlauben. Bei ihrem Einsatz werden die umrichterbedingten Motorverluste signifikant reduziert. Neben der geringeren Motorerwärmung führt dies zu einem höheren Systemwirkungsgrad und somit auch zu einem reduzierten Energieverbrauch. Das wiederum erhöht die Bearbeitungsqualität und spart Kosten – ein Win-Win für den Anwender, der somit in der Tat „cool“ bleiben kann.

Rolf Gerhardt Leiter Vertrieb Antriebselektronik
bei der SIEB & MEYER AG, Lüneburg

„Circa 90 Prozent aller durch den Umrichter verursachten Verluste treten im Rotor auf und können für den Motor schädliche Erwärmung erzeugen“, erläutert Torsten Blankenburg, Vorstand Technik der Sieb & Meyer AG. „Hinzu kommt, dass das typbedingt geringe Rotorvolumen eines Hochgeschwindigkeitsmotors zusätzliche Temperaturprobleme erzeugt.“ Problem erkannt, Problem gebannt: Die Regelungsverfahren der SD2x-Frequenzumrichter von Sieb & Meyer führen zu einem geringen Anteil an harmonischen Frequenzen im Motorstrom. Die Verluste fallen im Vergleich zu Wettbewerbsprodukten um bis zu 90 % geringer aus; die Erwärmung des Motors wird entsprechend reduziert. Weitere Eigenschaften der geringeren Motortemperaturen sind eine höhere Lebensdauer der Kugellager sowie die positiven Auswirkungen auf die Bearbeitungsqualität.

QUALITÄT DER MOTORSTRÖME VERBESSERN

Doch was genau sind die Hintergründe und wie lässt sich die Qualität der Motorströme verbessern? „Dazu muss man wissen, dass alle Ströme, die von der idealen Sinusform abweichen, Verluste im Motor erzeugen“, so Blankenburg. „Dieser Motorstromanteil wird durch den Umrichter erzeugt und stellt sich als Ripple-Strom dar, der den sinusförmigen Motorstrom überlagert.“ Der sich einstellende Ripple-Strom ist abhängig von der Schaltfrequenz, der Umrichter-DC-Spannung und – ganz entscheidend – von der Motorinduktivität. Kleine Induktivitäten führen zu großen Ripple-Strömen, was insbesondere bei schnelllaufenden Synchronmotoren ungünstig ist, da diese physikalisch bedingt sehr kleine 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.

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 (du/dt-Filter) 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.

DREI-LEVEL-TECHNOLOGIE UND SCHALTFREQUENZERHÖHUNG

Eine weitere Lösungsmöglichkeit besteht jedoch 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 seine Grenzen. Zum einen sind schnell schaltende Leistungstransistoren im höheren Spannungsbereich teurer. Aber auch die Schaltverluste in der Endstufe nehmen zu, was sich ungünstig auf den Wirkungsgrad und damit auf den Kühlaufwand auswirkt. Außerdem reagieren nicht alle Motoren positiv auf eine Schaltfrequenzerhöhung. Baubedingt kommt es vor, dass eine Erhöhung der Schaltfrequenz nur wenig Verbesserungen in den Motorverlusten bringt. Dies ist hauptsächlich der Fall, wenn es sich um

UMRICHER MIT DREI-LEVEL-PWM

Der Frequenzumrichter SD2M mit Drei-Level-Technologie konnte in den wenigen Jahren seit seiner Einführung bereits Erfolgsgeschichte schreiben: So hat Sieb & Meyer zum Beispiel im Bereich der Hochgeschwindigkeits-Strömungsmaschinen – Turbo-blower, Turbokompressoren und Turbogeneratoren – vielzählige Neukunden für das Seriengeschäft gewonnen. Der Frequenzumrichter SD2M wird aber weiterhin auch für Anwendungen in Werkzeugmaschinen oder Prüfständen eingesetzt, wo er für Höchstleistung bei wenig Platzbedarf, geringen Systemkosten und einem hohen Wirkungsgrad sorgt. Die innovative Drei-Level-Technologie des Frequenzumrichters SD2M ist für Ausgangsleistungen bis 500 kVA und Drehfeldfrequenzen bis 2 000 Hz konzipiert. Als Basis für anwenderspezifische Entwicklungen hat Sieb & Meyer den SD2M leistungsseitig nochmals erweitert. So ist es nun möglich, individuelle Kundenlösungen mit Motorströmen von bis zu 800 A zu realisieren – wahlweise auf Grundlage einer Luft- bzw. Flüssigkeitskühlung.



Mit einer Kombination aus einer Schaltfrequenzerhöhung und der Drei-Level-Technologie, auf der der Frequenzumrichter basiert, sollen sich die im Rotor entstehenden Verluste um bis zu 90 % senken lassen

Synchronmotoren handelt, in denen keine Segmentierung der Permanentmagnete vorliegt.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Drei-Level-Technologie einzusetzen, auf der z. B. der Frequenzumrichter SD2M basiert. Dabei werden die Leistungshalbleiter der Endstufen technologiebedingt nur mit der Hälfte der Spannung beaufschlagt, wie sie bei der Zwei-Level-Technologie vorkommen. Somit ist es möglich, mit Leistungshalbleitern zu arbeiten, die für wesentlich geringere Spannungen ausgelegt sind und damit (technologiebedingt) auch noch schneller schalten. Das Resultat: In der Endstufe entstehen weniger Schaltverluste und die Schaltfrequenz lässt sich deutlich erhöhen. Gleichzeitig wird der Motor im Vergleich zur Zwei-Level-Technologie nur mit 50 % der Spannungssprünge belastet. Allein durch den Einsatz der Drei-Level-Technologie lassen sich die im Rotor entstehenden Verluste um ca. 75 % reduzieren. Nutzt man nun beides, Drei-Level-Technologie und Schaltfrequenzerhöhung, lassen sich die im Rotor entstehenden Verluste um bis zu 90 % senken. LC-Filter können dann häufig komplett entfallen.

NEUE GERÄTEGENERATION MIT VIELEN NÜTZLICHEN FEATURES

Neu bei Sieb & Meyer ist die SD4x-Geräteserie. 2022 wird die komplette Leistungspalette der SD4S-Varianten bereitstehen sowie der SD4M serienreif sein. Die Geräte unterstützen neue Schnittstellen und bieten eine Reihe von zusätzlichen Funktionen. Anwender sollen von höheren Drehzahlen und einer deutlich ver-

besserten Performance profitieren. SD4x-Geräte können dank eines integrierten Lagereglers jetzt auch eigenständige hochgenaue Positionierungen durchführen; Drehzahl- und Stromregler bleiben gegenüber der SD2x-Reihe konstant. „Unser Ziel bei diesen Geräten ist es, hochdrehende Motoren dynamisch und mit noch weniger Verlustleistung anzutreiben“, so Blankenburg. „Deshalb unterstützen wir nun auch PWM-Schaltfrequenzen von 24 und 32 kHz.“ Für eine noch feinere Modulation des sinusförmigen Signals ist eine Kommutierungswinkel-Steuerung nun auch für 32, 48 und 64 kHz integriert. Dadurch ergibt sich ein nahezu optimaler Sinus, es treten so gut wie keine harmonischen Ströme mehr auf. Die durch die PWM verursachte Verlustleistung kann auf einen Bruchteil minimiert werden.

„Die optimierte Performance, höhere Drehzahlen sowie die geringe Motorerwärmung ohne Sinusfilter – das sind die wesentlichen Vorteile der neuen SD4x-Produktfamilie“, fasst Blankenburg zusammen. „Die Verbesserungen werden es möglich machen, die Produktionsqualität bei bestehenden Anwendungen zu verbessern und darüber hinaus ganz neue Einsatzbereiche zu erschließen.“ Das Fazit: Egal in welcher Generation – mit den Frequenzumrichtern von Sieb & Meyer können Anwender der Motorerwärmung stets die kühle Schulter zeigen.

Fotos: Sieb & Meyer

www.sieb-meyer.de

DIE IDEE



„Ca. 90 % aller durch den Umrichter verursachten Verluste treten im Rotor auf und können für den Motor schädliche Erwärmung erzeugen. Anders ist das bei den Frequenzumrichtern von Sieb & Meyer: Spezielle Hardwareausprägungen und Regelungsverfahren führen bei diesen Geräten zu einem geringen Anteil an schädlichen Frequenzen im Motorstrom. Die Verluste fallen im Vergleich zu Wettbewerbsprodukten um bis zu 90 % geringer aus; die Erwärmung des Motors wird entsprechend reduziert.“



Rolf Gerhardt,
Leiter Vertrieb Antriebselektronik,
Sieb & Meyer AG