ABSTRACT:

**Generierung optimierter Pulsmuster nach verlust- und belastungsspezifischen Kriterien zur Effizienzerhöhung geregelter Hochgeschwindigkeits-Antriebssysteme**

Hochgeschwindigkeits-Synchronmaschinen zeichnen sich typischerweise durch eine kompakte Bauform sowie eine Magnetlagerung des Rotors aus. Die elektrische Statorfrequenz bewegt sich typischerweise zwischen 1 und 2 kHz, was bei einer vierpoligen Maschine einer Drehzahl zwischen 30.000 und 60.000 Umdrehungen pro Minute entspricht. Typische Anwendungen hochtouriger Antriebssysteme sind z. B. Radialverdichter, Vakuumpumpen und Zentrifugen, die durch konstante Drehzahlsollwerte über einen längeren Zeitraum in einem Arbeitspunkt betrieben werden. Die Speisung permanent erregter Synchronmaschinen meist mit magnetgelagertem Rotor und bandagierten Oberflächen-Permanentmagneten erfolgt mit einem Wechselrichter, der üblicherweise in 2- oder 3-Stufen-Topologie ausgeführt ist. Ein dazwischengeschaltetes LC-Filter verhindert die Ausbildung verlustträchtiger Oberschwingungen in der Maschine, was zur thermischen Entlastung beiträgt. Für die Bewegungssteuerung dieser Antriebssysteme ist eine geeignete Regelungsstruktur zuständig. Eine hocheffiziente und zuverlässige Betriebsweise schnelldrehender Gleichlaufantriebe über einen weiten Betriebsbereich ist dabei ein wesentlicher Anspruch potentieller Kunden und somit ein vorrangiges und zwingendes Ziel für die Hersteller.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Optimierung von Pulsmustern mit viertel- und halbschwingungsbasierter Symmetrie nach relevanten Kriterien sowie deren Integration in eine geeignete Regelungs- und Modulationsstruktur. Typische Optimierungskriterien sind die Minimierung des Oberschwingungsgehalts der Wechselrichterausgangsspannung, um möglichst sinusförmige Ströme mit kleiner Schwankungsbreite zu erhalten oder die arbeitspunktbezogene Minimierung der auftretenden Schaltverluste im Wechselrichter unter Beibehaltung der eingestellten Schaltfrequenz. Liegen Daten und typischer Betriebsbereich des Antriebssystems vor, so genügt grundsätzlich eine Offline-Optimierung der betrachteten Pulsmuster-form in Verbindung mit der Integration der aus einer Optimierung erhaltenen Schaltwinkel-Kennlinien in das auf die Zielhardware zu transferierende Reglermodell. Will man bezüglich Parameterunsicherheiten, variierender Arbeitspunkte und womöglich wechselnder Optimierungskriterien flexibler sein, so wäre die Speisung des Antriebs mit dem jeweils dazu optimalen Pulsmuster erstrebenswert. Hierfür wurde ein Konzept für das Verlustmanagement entwickelt, das im laufenden Betrieb die Verluste in den Wechselrichter-Bauelementen sowie den Verzerrungsfaktor des Stroms erfasst, um so dasjenige Pulsmuster mit Hilfe eines Optimierungsalgorithmus aufzufinden, welches das vorgegebene Optimierungskriterium im aktuellen Arbeitspunkt am besten erfüllt.