

Starten von Asynchronmotoren

Im Gegensatz zur Stern-Dreieck-Schaltung oder zur direkten Spannungsaufschaltung ermöglichen Softstarter eine drastische Senkung des Stroms, der von Asynchronmotoren während der Anlaufphase aufgenommen wird. Dieser Beitrag stellt die Möglichkeiten Motoren zu starten gegenüber und zeigt einen besonders kompakten Softstarter zum sanften An- und Auslaufen.

Verschleiß durch Stromspitzen

Bei Anwendungen, die keine Drehzahländerung an Maschinen erfordern, erübrigt sich der Einsatz eines Frequenzumrichters. Werden Motoren gestartet, führen jedoch kurzzeitige Stromspitzen zu einem erhöhten Verschleiß an den Maschinen oder Anlagen. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass der Motor sanft und stufenweise vom Stillstand zur Nenndrehzahl übergeht. Wird ein Käfigläufermotor verwendet, erweist es sich als notwendig, eine Anlaufsteuerung vorzusehen. Es gibt verschiedene, mehr oder we-

niger effiziente Lösungen, die jedoch von den gestellten Anforderungen abhängig sind.

Direktstart

Die einfachste Methode, den Anlauf eines Motors zu erreichen, ist zweifellos das direkte Anschließen der drei Phasen an die Statorwicklungen. Der in der Einschaltphase auftretende hohe Stromwert (Bild 1) ruft allerdings schädliche elektrische und mechanische Beanspruchungen hervor. Das plötzliche Einbrechen der Netzspannung kann ein Flimmern von Lampen oder Störungen an anderen Geräten bewirken. Aus die-

sem Grunde bleibt diese Methode im allgemeinen dem Starten von Motoren bis etwa 7,5 kW vorbehalten.

Stern-Dreieck-Schaltung

Aus historischen Gründen stellt der Anlauf mit einer Stern-Dreieck-Schaltung die am weitesten verbreitete Methode des Anlaufs mit verringerter Spannung dar. Ihre technische Daseinsberechtigung ist jedoch mehr als fraglich. Diese Methode erfordert einen Stator mit Wicklungen und drei zusätzliche Leiter zwischen dem Motor und der Umschalteneinrichtung. Anfangs werden die Statorwicklungen zu einem Stern zusammengeschaltet und so die Spannung auf das 0,58-fache ($1/\sqrt{3}$) und Strom sowie Drehmoment auf ein Drittel des Wertes verringert, der sich bei direktem Anlauf ergibt. Kurz vor dem Erreichen der Nenndrehzahl, wird auf Dreieckschaltung umgeschaltet. In dieser Phase tritt jedoch eine beachtliche Stromspitze auf (Bild 2), die einen plötzlichen mechanischen Ruck auslöst.

Sanfter Anlauf

Eine weitere Methode besteht darin, einen elektronischen Softstarter einzusetzen, der es ermöglicht, den Anlaufstrom zu verringern, das Drehmoment festzulegen und die Anlaufzeit einzustellen (Bild 3). Ein Softstarter besteht im wesentlichen aus einem Leistungsteil und einer Steuer- und Überwachungseinheit. Die maximale Leistung eines Anlagers wird so berechnet, dass die Sperrschichttemperatur der Thyristoren 125 °C nicht übersteigt. Diese Temperatur wird vom Motorstrom, Anlaufstrom, Anlaufzeit und Anzahl der Anläufe pro Stunde beeinflusst.

Methoden im Versuch

Als Last wurde eine Kreiselpumpe mit 30-kW-Motor angeschlossen. In den Bildern 1, 2 und 3 sind jeweils die Stromaufnahme und die Drehzahl während der Anlaufphase eingetragen. Der Vergleich der drei Anlaufmethoden verdeutlicht den dynamischen Verlauf des Anlaufstroms bei Stern-Dreieck-Schaltung mit einer Spitze beim Übergang von der Sternschaltung zur Dreieckschaltung. Diese Spitze erreicht das 8,5-fache des Nennstroms und ist sogar größer als beim Direktstart. Anders der Verlauf beim Softstarter, bei dem die Beschleunigung ein lineares, sanfteres Profil zeigt und vor allem die Stromaufnahme keine hohen Spitzenwerte einnimmt, sondern nur den 3,5-fachen Nennstrom. Die Ursache für die beim Umschal-



4 Kompaktstarter MCD 202

Quelle: Danfoss

ten von Stern auf Dreieck eintretende Stromspitze liegt darin, dass während dieser kurzen Zeit der Motor nicht mit Strom versorgt wird. Da sich der Rotor aufgrund seiner Trägheit weiter dreht und sich wie der Rotor einer Synchronmaschine verhält, wird in die Statorwicklungen eine Spannung induziert. Wird nun die Dreieckschaltung hergestellt und der Stator erneut mit Spannung versorgt, summieren sich diese und die vom Rotor induzierte Spannung vektoriell. Im Stator entsteht eine Überspannung und somit eine Wiedereinschalt-Stromspitze.

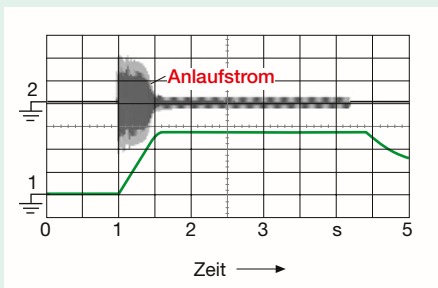
Softstarter

Die Softstarter-Baureihe MCD 200 (Bild 4) von Danfoss umfasst die Serien MCD 201 und MCD 202 mit Leistungsbereichen von 7,5 bis 110 kW. Der MCD 201 ermöglicht einen sanften An- und Auslauf mittels Steuerung der Spannung und Programmierung des Anfangs-Drehmoments. Der Softstarter MCD 202 hingegen steuert den Anlauf über den Strom und das Stillsetzen über eine Spannungssteuerung. Das Gerät hat einen Thermistoreingang und einen analogen Ausgang mit 4...20 mA, proportional zum Motorstrom, es schützt vor Überlasten, unsymmetrischer Belastung und dem Vertauschen der Phasen. Beide Geräte haben LED-Anzeigen, Relaisausgänge, eine eingebaute Überbrückungsschaltung, entsprechen je nach Baugröße IP 00 oder IP 20 und können über ModBus, RTU, AS-i, Profibus und DeviceNet kommunizieren. Sie sind nach CE, UL, C-UL, CCC und C-tick zugelassen.

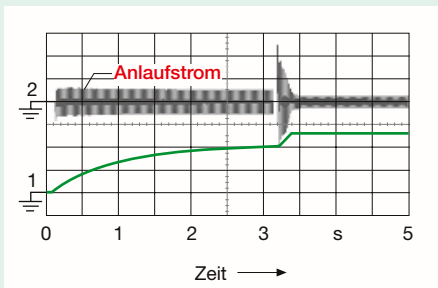
Vorteile

Softstarter führen zu einem Verringern der elektrischen und mechanischen Beanspruchung. Darüber hinaus bieten diese spezielle Funktionen zum Steuern und Überwachen sowie eine Anbindung an eine speicherprogrammierbare Steuerung über den Daten-Bus. Softstarter ermöglichen auch ein sanftes Bremsen, um die Folgen des abrupten Stillstands, beispielsweise Wasserschläge in Rohrleitungen, auszuschalten.

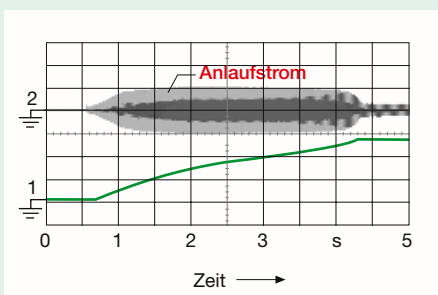
L.Colombo, O. Glaw



1 Anlaufstrom über der Drehzahl beim Direktstart. Der Strom beträgt $7 \cdot I_N$ und die Anlaufzeit 0,6 s.



2 Der Anlaufstrom bei Sternschaltung beträgt das 2,5-fache des Nennstroms. Die Stromspitze beim Übergang auf Dreieckschaltung ist $> 8,5 \cdot I_N$.



3 Anlaufstrom über der Drehzahl mit Softstarter. Der Strom beträgt $3,5 \cdot I_N$.