

# Intelligente Antriebe für die Industrie

## Stufenlose Drehzahlregelung, sensorlose Positionsbestimmung und erhöhte Ausfallsicherheit für Synchronmotoren

Permanentmagnet-Synchronmotoren (PMS) werden wegen des besseren Wirkungsgrades immer häufiger eingesetzt. Ihre Regelung erscheint im Vergleich zu anderen Maschinentypen etwas aufwendiger, jedoch erreicht man mit den richtigen Methoden einen sehr robusten und dynamisch hochwertigen Antrieb.

Zum Einsatz kommt dabei eine so genannte feldorientierter Regelung. Darunter versteht man eine Statorstromeinprägung in der Art, dass mit der gegebenen Stromamplitude ständig das maximal Moment in der Maschine entsteht. Dies erfordert einen Winkel von 90 Grad elektrisch zwischen dem Strom und dem Rotor - wie beim Kommutator eines Gleichstrommotors. Um dies zu ermöglichen ist die Kenntnis der Lage des Rotors notwendig.

- Montage von Hallsensoren im PSM-Motor. Antriebe, welche mit dieser in 60° Schritten genauen Rotorlageinformation betrieben werden, werden häufig im sogenannten „Brushless DC Betrieb“ gefahren und weisen auf Grund des daraus resultierenden Blockstromes ein erhebliches Rippelmoment auf - sie „ruckeln“ beim Hochfahren.
- Ermittlung der Lageinformation durch Auswertung von Testimpulsen (INFORM-Methode), welche an die Maschine angelegt werden. Diese Testimpulse können in das Pulsmuster integriert sein oder die normale feldorientierte Regelung kurz unterbrechen.
- Berechnung der Lageinformation durch Auswertung der Statorspannungsgleichung (Statorspannung und -strom kontinuierlich erfasst, Statorwiderstand und -induktivität einmalig identifiziert) und unter Zuhilfenahme von Maschinenmodellen. Hier ist vor allem die Verwendung des EMK-Modells zu nennen.



Ist die Montage eines mechanischen Lagesensors aus Kostengründen oder im Hinblick auf die Betriebssicherheit nicht erwünscht bzw. aus technischen Gründen nicht möglich, kann trotzdem der gesamte Drehzahlbereich mit einer sensorlosen Lageerfassung abgedeckt werden, indem die INFORM-Methode mit dem EMK-Modell kombiniert wird.

Die Rotorlage kann auf folgende Arten ermittelt werden:

- Montage eines Lagegebers auf die Welle der PSM. Um die Rotorlage zu bestimmen, ist diese Methode die Genaueste.

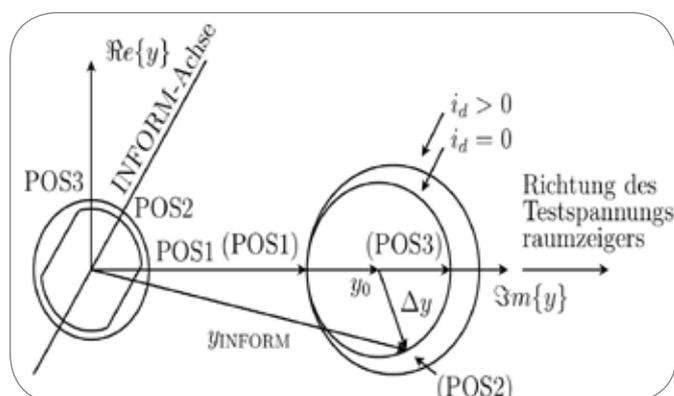
### Lösungsansatz

Bei der INFORM-Methode werden die magnetischen Eigenschaften der PSM ausgenutzt, um mittels der Auswertung von Testimpulsen die Rotorposition zu bestimmen.

### INFORM = INdirekte Flussermittlung durch On-line Reaktanz-Messung:

- Auswertung von Stromanstiegen zufolge Umrichter-Spannungen
- Stromänderungszeiger bewegt sich bei drehendem Rotor entlang einer offsetbehafteten Kreisbahn (vergleiche Abbildung "Ermittelte Rotorposition  $y_{\text{INFORM}}$ ")
- Bahngeschwindigkeit = doppelte Rotorgeschwindigkeit
- Durch Kombination von Messungen  $\rightarrow$  offsetfreie Kreisbahn

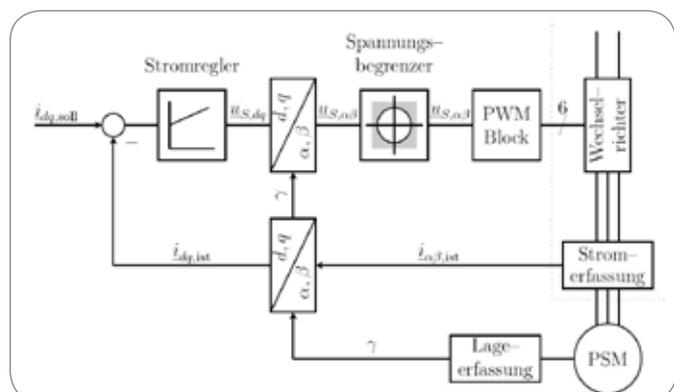
Die ermittelte Rotorposition unterscheidet nicht zwischen der Nord- und Süd-Richtung des Rotors, die ermittelte Rotorlage weist eine doppelte Periodizität gegenüber der mechanischen Lage auf. Die INFORM-Methode betimmt die Richtung maximaler magnetischer Leitfähigkeit. Im Zuge der Startpositionsbestimmung wird diese Winkelzweideutigkeit eliminiert. Dies geschieht pro Startvorgang lediglich ein mal und dauert typischer Weise nur wenige Millisekunden.



Ermittelte Rotorposition  $y_{\text{INFORM}}$

### Lösung

Um den gesamten Drehzahlbereich mit einer sensorlosen Lageerfassung abzudecken, kann die INFORM-Methode mit dem EMK-Modell kombiniert werden.



Feldorientierte Regelung

### Modellqualität der sensorlosen Verfahren

Dabei wird das jeweilige Verfahren nur in jenem Drehzahlbereich eingesetzt, in dem es gut funktioniert. Im Stillstand und bei kleinen Drehzahlen versagt das EMK-Modell, hier wird die INFORM-Methode angewendet. Bei höheren Drehzahlen steigt ohne Gegenmaßnahmen die Winkelabweichung der INFORM-Messung auf Grund der nicht konstanten Rotorposition während einer INFORM-Messung. Da dort das EMK-Modell aber bereits funktioniert, kann dort auf dieses Modell umgestiegen werden.

So kann der gesamte **Drehzahl-Bereich**, von Null weg, sensorlos abgedeckt werden. Das volle Moment der Maschine steht bereits ab Stillstand zur Verfügung.

### Nutzen für Sie

Sie können auf den Einsatz von zusätzlichen mechanischen Bauteilen verzichten, der Verkabelungsaufwand sinkt, die Fehleranfälligkeit wird reduziert und der Bau- raum der elektrischen Maschine wird kleiner. Sie benötigen keinen Abgleich zwischen Lageerfassung und Position der Magnete im Motor selbst. Etwaige Verdrahtungsfehler in der Verbindung zwischen Sensor und Regler sind ausgeschlossen.

Der Antrieb liefert volles Startmoment ab Stillstand.

Sie können kurzzeitig sogar über den Nennstrom der Maschine hinaus fahren und haben Kontrolle über den Hochlaufvorgang ohne Gefahr des Blockierens.

Sie können diese Technologie zur Regelung von Antrieben im Bereich von wenigen Watt bis zu vielen Kilowatt einsetzen.

### Ansprechpartner:

O.Univ.Prof. Dr. Manfred Schrödl  
 Technische Universität Wien  
 Institut für Energiesysteme u. Elektrische Antriebe  
 +43 (1) 58801 - 370212  
 manfred.schroedl@tuwien.ac.at