

# SENSOR FÜR POLLAGEERFASSUNG

R. Gabel

## 1 POLLAGESENSOR

Elektrische Antriebe werden in vielfältigen Anwendungen eingesetzt, wobei es oft notwendig ist, die verwendete Maschine zu steuern oder zu regeln.

Je nach Motor und Anwendung werden unterschiedlich komplexe Lösungen angewandt.

Ein Teil der elektrischen Antriebe lässt sich geberlos, also ohne Pollagesensor, über einen Frequenzumrichter ansteuern. Die Rotorposition ist für die Regelung dieser Antriebe nicht relevant. Dies ist z. B. häufig bei Asynchronantrieben gegeben. Oft ist es jedoch erforderlich, die Strangströme in Abhängigkeit von der Stellung zwischen Rotor und Stator einzustellen, um das gewünschte Drehmoment zu erhalten. Diese Bedingungen herrschen gewöhnlich bei Synchronmotoren.

Für die Erfassung der Rotorposition werden Pollagegeber verwendet. Diese gibt es in unterschiedlichen Bauformen [1].

Zum einen gibt es inkrementelle Pollagegeber, die Impulse an die Regelung ausgeben. Die Impulse kennzeichnen entweder das Überstreichen eines festen Winkels oder definierte Rotorpositionen, zum Beispiel Polgrenzen. Oft werden beide Arten in einem Pollagegeber integriert. Die Erzeugung der Impulse geschieht entweder optisch über die Reflexion an Hell-Dunkel-Flächen oder magnetisch. Mit inkrementellen Pollagegebern lässt sich jedoch keine absolute Lageinformation erzielen. Auch ist im Stillstand keine Positionsbestimmung möglich, was das Anfahren der Maschine erschwert.

Abhilfe schaffen Resolver, die eine absolute Lageinformation ausgeben. Resolver verwenden ein Übertragungssystem aus Spulen. Die Primärspule wird mit einem sinusförmigen Strom von 5 bis 20 kHz gespeist. In der Sekundärspule wird eine Spannung gleicher Frequenz induziert. Die Amplitude der induzierten Spannung ist von der Rotorposition abhängig. Zur absoluten Lagebestimmung ist noch ein zweites, um  $90^\circ$  verschobenes, Signal notwendig. So erhält man zwei gegeneinander verschobene amplitudenmodulierte Signale, diese werden Sinus- und Cosinusspur genannt. Nachteilig ist der relativ hohe Platzbedarf eines solchen Resolvers. Auch bietet er zwar eine absolute Lageinformation über  $360^\circ$  mechanisch, diese muss jedoch bei einer Polpaarzahl größer als eins auf die Lage innerhalb eines Polpaares, den sogenannten elektrischen Winkel, umgerechnet werden. Es gibt zwar Resolver mit einer Polpaarzahl größer als eins, diese sind jedoch Sonderbauformen. Für Kleinserien und Prototypen sind sie daher nicht interessant.

Als Alternative wurde ein Scheibenresolver untersucht, der im Folgenden vorgestellt wird.

## 2 SCHEIBENRESOLVER

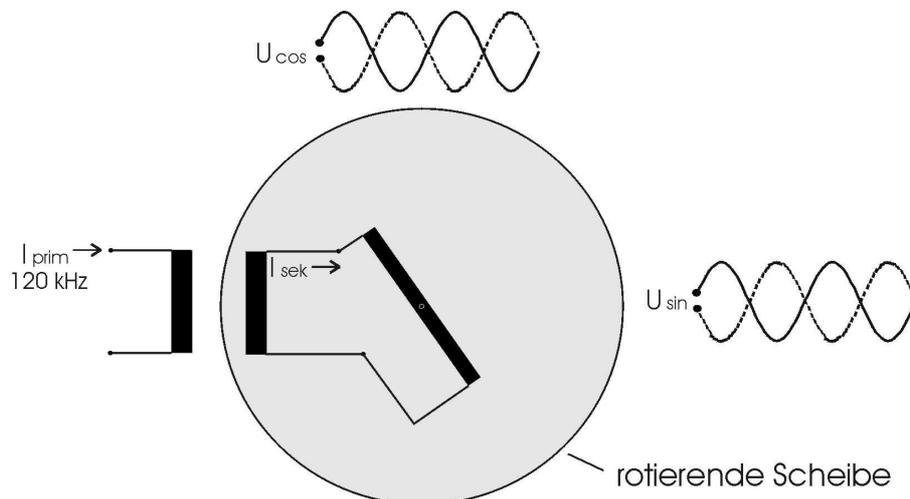
Der Scheibenresolver ist ein eisenloser Resolvertyp, der eine absolute Lageinformation ausgibt und sich leicht an die Polpaarzahl des Motors anpassen lässt. Da der Scheibenresolver aus zwei einfachen geätzten Platinen besteht, nimmt er am Motor nur wenig Platz in Anspruch.

Die Auswerteelektronik ist ähnlich der des klassischen Resolvers. Da aber unterschiedliche Frequenzen und Signalpegel verwendet werden, wurde hierfür eine eigene Elektronik entwickelt.

### 2.1 Funktionsprinzip

Der Scheibenresolver besteht aus einer feststehenden und einer rotierenden Scheibe. Diese werden mit einem konstanten Luftspalt zueinander montiert.

Anhand von **Bild 1** soll das Funktionsprinzip des Scheibenresolvers erläutert werden.



**Bild 1:** Funktionsprinzip des Scheibenresolvers

Auf der feststehenden Scheibe ist eine primäre Wicklung aufgebracht. In diese wird ein sinusförmiger Strom mit einer Frequenz von  $120 \text{ kHz}$  eingepreßt. In der sekundären Wicklung auf der rotierenden Scheibe wird durch Induktion ein Strom erzeugt, der durch eine rechteckförmige Struktur geleitet wird. Es entsteht wiederum ein Feld mit der Speisefrequenz. Das Feld durchdringt zwei Sensorspulen auf der feststehenden Scheibe und induziert dort Spannungen mit der Trägerfrequenz von  $120 \text{ kHz}$ . Die Amplitude der induzierten Spannungen ist von der Stellung der Scheiben zueinander und damit von der Rotorlage abhängig.

Die beiden Sensorspulen sind um  $90^\circ$  gegeneinander verschoben, so dass eine Sinus- und eine Cosinusspur für die Pollagebestimmung zur Verfügung stehen.

Die Lageinformation wird aus den zwei Amplitudenwerten der Einhüllenden gewonnen.

**Bild 2** zeigt beispielhaft die feststehende und die rotierende Scheibe eines Resolvers mit einer Polpaarzahl von 24.



**Bild 2:** Scheibenresolver (links feststehende, rechts rotierende Scheibe)

## 2.2 Elektronik und Auswertung

Die Elektronik des Scheibenresolvers übernimmt zwei Funktionen. Zum einen die Ansteuerung des Scheibenresolvers, zum anderen die Aufarbeitung der beiden Messsignale. Ein Signalgenerator erzeugt eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz von 120 kHz. Diese dient als Sollwert für einen Regelkreis, der den Strom in den Scheibenresolver einprägt. Zusätzlich wird ein Triggersignal gleicher Frequenz erzeugt, wodurch die Auswertung der Messsignale erleichtert wird. Die eingehenden Messsignale werden gefiltert und verstärkt. Anschließend werden sie an den Eingangsbereich der nachfolgenden AD-Wandler angepasst. Die Auswertung der Signale übernimmt ein Mikrocontroller, auf dem auch die Regelung des Antriebes implementiert ist. Der Mikrocontroller ermittelt die Amplitude der Einhüllenden der Messsignale. Um die Messsignale immer zum gleichen Zeitpunkt abzutasten, wird das Triggersignal der Scheibenresolverelektronik genutzt.

Aus den gemessenen Amplitudenwerten der zwei Signale lässt sich nun eindeutig die Pollage berechnen. Durch weitere Auswertung können auch Drehzahl und Beschleunigung ermittelt werden.

## 3 ZUSAMMENFASSUNG

Der Scheibenresolver hat sich als geeigneter Sensor zur Pollageerfassung erwiesen. Er ist durch seinen Aufbau wenig stöempfindlich. Durch die einfache Herstellungsweise der beiden Scheiben ist er bezüglich Durchmesser und Polpaarzahl leicht an neue Motorgeometrien anzupassen, was den Einsatz bei kleinen Stückzahlen (Prototypen, Vorserie) begünstigt. Der geringe Platzbedarf erleichtert die Integration des Scheibenresolvers an der Maschine.

Da im Vergleich zu herkömmlichen Resolvern andere Signalpegel und Frequenzen verwendet werden, können keine Standardbauteile wie ein Resolver Digital Converter (RDC) verwendet werden. Dadurch wird die Auswerteelektronik zwar etwas aufwändiger, jedoch nicht teurer.

- [1] J. Reimer: *Drehzahlsensor nach dem Wirbelstromprinzip für Servoantriebe*, Dissertation, TU Braunschweig, 2002