

Low-Power Encoder mittels TMR-Sensor

Rotationsencoder für Low-Power Anwendungen auf der Basis eines tunnel-magnetoresistiven Sensors

Studenten



Flurin Janosch
Brechbühler



Pascal Studer

Ausgangslage: Die Firma maxon bietet verschiedene Winkencodern an, oft basierend auf Hall-Sensoren. Seit wenigen Jahren sind Tunnel-Magnetoresistenz (TMR) Sensoren auf dem Markt, welche durch ihren im Vergleich zu Hall-Sensoren kleinen Stromverbrauch die Entwicklung von Low-Power-Encodern ermöglichen. Der Sensor misst dabei das Magnetfeld eines auf der Motorachse befestigten Magneten. Die im Sensorgehäuse rechtwinklig zueinander angeordneten TMR-Sensoren generieren so Sinus- und Cosinussignale, durch die man auf den aktuellen Winkel der Motorachse schliessen kann. Da die Stückzahlen von solchen Encodern sehr gross sein können, wird mittelfristig die Entwicklung eines ASICs ins Auge gefasst. Als erster Projektschritt wurde am IMES Institut für Mikroelektronik, Embedded Systems und Sensorik die Hardware für ein diskretes Funktionsmuster entwickelt. Es besteht aus einem FPGA-Entwicklungsboard und einem zugehörigen PCB. Die Leiterplatte implementiert ein analoges Frontend als Schnittstelle zum Sensor. Der Sensor wurde zu Testzwecken zusammen mit einem Motor von maxon auf einem Testaufbau montiert.

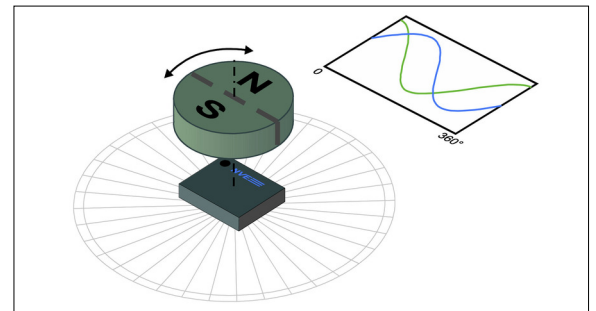
Ziel der Arbeit: Auf dem FPGA sollen die Ausgangssignale des Encoders im ABI-Format erzeugt werden. Dabei sollte die Leistungsaufnahme so weit wie möglich reduziert werden. Um den Leistungsverbrauch weiter zu minimieren, soll ein Schlafmodus implementiert werden. Es müssen zudem die Spezifikationen des resultierenden Systems bestimmt werden.

Ergebnis: Um in kurzer Zeit und mit wenig Aufwand verschiedene Ansätze testen zu können, entschieden wir uns, diese in einer ersten Phase als Simulink-Modell umzusetzen. So testeten wir verschiedene Ansätze auf Komplexität und Genauigkeit. Schlussendlich wählten wir den im letzten Bild gezeigten Aufbau. Der Winkel wird mittels CORDIC-Block aus den vom TMR-Sensor produzierten Sinus- und Cosinussignalen berechnet. CORDIC steht dabei für Coordinate Rotation Digital Computer, was dessen Funktionsweise relativ gut beschreibt: Die Eingangssignale werden als Koordinaten eines Punkts angeschaut. Dieser Punkt kann mit einigen Tricks ohne grossen Rechenaufwand schrittweise um den Ursprung gedreht werden, bis der Winkel auf der Sinus- (bzw. x-)Achse liegt. Da bekannt ist, um wie viel der Punkt gedreht wurde, kann man auf den zu den Eingangssignalen gehörenden Winkel schliessen. Um die Samplerate des ADCs möglichst klein zu halten, wird der berechnete Winkel danach interpoliert. Schliesslich werden aus dem Winkel über einen Zustandsautomaten die Encodersignale generiert. Diesen Aufbau mit VHDL in das bereits bestehende Projekt einzuarbeiten, brachte vielerlei

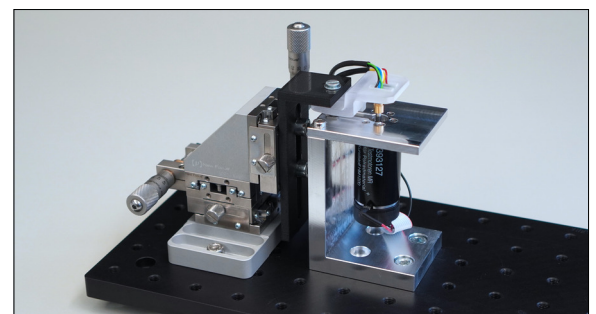
Schwierigkeiten mit sich. Dennoch gelang es uns, einen funktionierenden Encoder umzusetzen und zu spezifizieren. Dabei erreichten wir mit einem Funktionsgenerator als Signalquelle Spezifikationen, die mit denen von kommerziellen Hall-Sensor basierten Encodern vergleichbar sind. Wird das System mit einem Motor betrieben, so verschlechtert sich das Resultat. Der Natur des gemessenen Fehlers konnte leider aus Zeitgründen nur begrenzt nachgegangen werden. Es bestehen jedoch bereits Ansätze, mit denen die Spezifikationen im Betrieb mit dem Motor verbessert werden könnten.

Prinzip zur Generierung der Sinus- und Cosinussignale mittels TMR-Sensor.

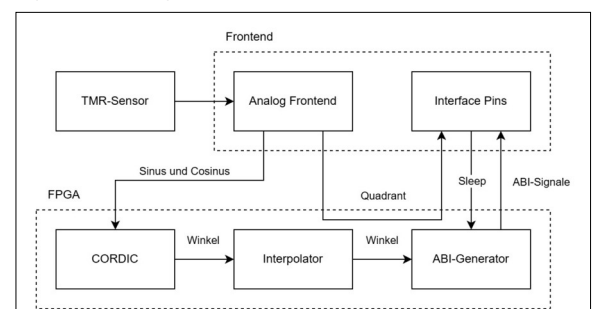
<https://www.nve.com/Downloads/AAT101.pdf>



Der Testaufbau zum Positionieren des TMR-Sensors über dem an der Motorachse befestigten Magneten. Eigene Darstellung



Aufbau des Encoders als Blockdiagramm. Eigene Darstellung



Referent

Prof. Guido Keel

Themengebiet
Sensorik,
Mikroelektronik

Projektpartner
maxon motor AG,
Sachseln, OW