

Entwicklung einer Regelung für bürstenlose Gleichstrommotoren auf einer ZYNQ-Plattform

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Embedded Systems
Betreuer: Prof. Dr. Andrea Vezzini, Prof. Roger Weber
Experte: Msc. Eng. Joel Wenger (Drivetek AG)
Industriepartner: NanoTRONIC AG, Lyss

In der heutigen Industrie wird aus Performance und Nachhaltigkeitsgründen immer häufiger auf bürstenlose Gleichstrommotoren gesetzt. Um diese optimal betreiben zu können, wird eine zuverlässige Regelung, zusätzliche Logikschaltungen und hochwertige Sensorik benötigt. Eine ebensolche Ansteuerung wird in dieser Bachelorarbeit auf einer ZYNQ-Plattform mit Hilfe eines HIL-Entwicklungsansatzes implementiert.

Ausgangslage

Zur zuverlässigen Regelung eines bürstenlosen Gleichstrommotors müssen einige Aspekte beachtet werden. Es wird ein System benötigt, welches in der Lage ist, schnell und effizient Berechnungen anzustellen. Digitale Messsignale sind hoch frequent abzutasten und müssen zu genau definierten Zeitpunkten gelesen und verarbeitet werden. Im Bereich der Signalverarbeitung weist eine Umsetzung auf einem FPGA hier klare Vorteile auf. Die für eine Kaskadenregelung benötigten Rechenressourcen verlangen jedoch nach einer CPU. Eine Kombination aus beiden Systemen ist eine Möglichkeit zur optimalen Ressourcenausnutzung beider Komponenten und ermöglicht eine sehr hohe Systemperformance. Daher bietet die ZYNQ-Plattform eine optimale Ausgangslage zum Erfüllen der Anforderungen. Die ZYNQ-Familie von Xilinx vereint in ihrer Architektur einen dual- oder single-core ARM-Cortex Prozessor mit einer programmierbaren Logik in einer Baugruppe. Die zur Verfügung stehende Hardware besteht aus einem BLDC-Motor, einer Treiberstufe und einem optischem Encoder.

Ziele

Basierend auf einer ausführlichen Modellierung und Simulation des gesamten Systems wird ein System-Design für die Umsetzung auf einem ZYNQ-Board

erarbeitet und implementiert. Umzusetzen ist eine dreistufige Kaskaden-Regelung mit einer PI-Drehmomentregelung im ersten, einer PI-Geschwindigkeitsregelung im zweiten und einer P-Positionsregelung im dritten Kreis. Dem System soll über ein grafisches User Interface eine Geschwindigkeit in rpm oder eine Rotor-Position in Grad vorgegeben werden können. Der aktuelle System-Zustand soll über das User Interface ersichtlich sein.

Konzept und Realisierung

Als erster Schritt wurde das gesamte System in PLECS modelliert und simuliert. Durch den Einsatz eines Launchpad und der RT-Box von PLECS konnte das System als Hardware-in-the-Loop getestet werden. Dies ermöglicht bereits erste Einblicke in die zu erwartenden Resultate. Basierend auf dem Modell wurden die Hardwarebeschreibung und die Software-Implementierung entwickelt. Signalverarbeitung, Kommunikation und PWM-Generator wurden in Hardwarebeschreibung umgesetzt, während das grafische User Interface sowie die gesamte Regler-Funktionalität in Software implementiert wurde. Das System wurde modular auf der bestehenden Hardware getestet.

Resultate

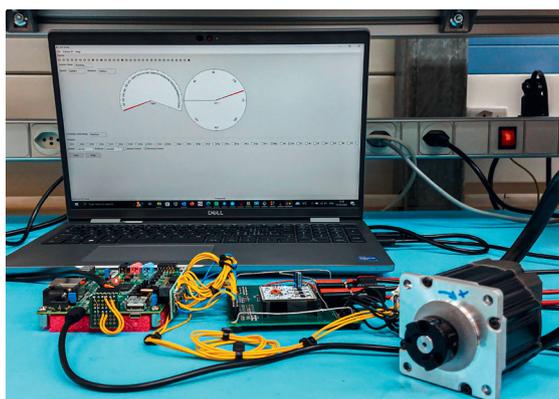
Die dreistufige Kaskadenregelung wurde erfolgreich auf einem ZYNQ-Evaluation Board implementiert und mit der Hardware in Betrieb genommen. Über das JTAG-Interface kann eine openOCD Verbindung mit dem Board aufgebaut werden, über welche das System mit einem grafischen User Interface bedient werden kann. Die aktuelle Geschwindigkeit, die Rotorposition, der System-State und der momentan aktive Regler werden auf der Benutzeroberfläche angezeigt. Die Regler-Parameter wurden an Hardware mit dem Nyquist-Ansatz eingestellt, können aber über eine UART-Schnittstelle mit Konsolenbefehlen neu parametrisiert werden.



Eva Katharina Kissling
evakissling7@gmail.com



Tanja Regez
tanja.regez17@gmail.com



System Aufbau mit GUI