



Florian Neurohr

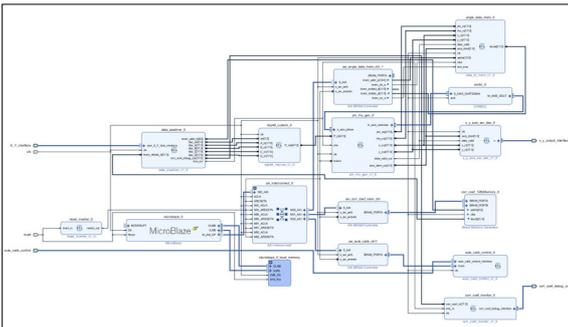
Diplomand	Florian Neurohr
Examinator	Prof. Dr. Jasmin Smajic
Experte	Dr. Petr Korba, ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Winterthur, ZH
Themengebiet	Leistungselektronik
Projektpartner	Triamec Zug AG, Zug, ZG

## Autokalibration des Encoder-Fehlers



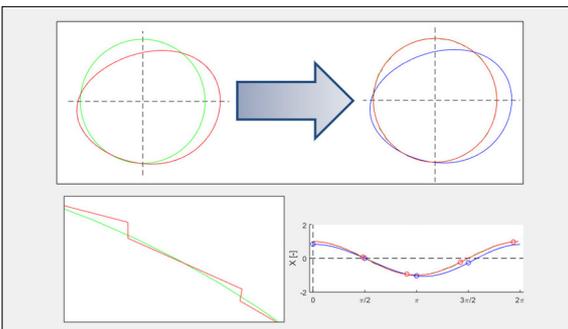
Testplattform TSD80 Servo-Drive

**Ausgangslage:** Die Firma Triamec Motion AG aus dem Kanton Zug verfügt über ein breites Spektrum an technologisch hoch entwickelten Servo-Drives für verschiedenste Motorentypen. Die gegenüber herkömmlichen Servo-Drives bedeutend schnellere 100kHz-Regelung ermöglicht eine hohe Regelsteifigkeit sowie eine aktive Resonanzunterdrückung. Um eine Regelung auf diesem Niveau bewerkstelligen zu können, ist neben einer genauen Strommessung auch ein qualitativ hochwertiges Encoder Signal notwendig. Beim Einsatz von analogen Encodern besteht daher eine wichtige Aufgabe in der Fehlererkennung und der automatischen Korrektur der fehlerbehafteten Encoder Signale. Die Fehlercharakteristik der Encoder Signale beeinflusst die Oberflächenqualität der zu bearbeitenden Werkstücke und verursacht bei niedrigen Motorendrehzahlen akustische Störgeräusche. Die Berechnungen für die sogenannte Encoder Autokalibration wird in den Servo-Drives der Firma Triamec Motion AG durch komplexe State Machines in einem FPGA durchgeführt. Die komplexen VHDL Codestrukturen können trotz makelloser Dokumentation unübersichtlich werden und somit Anpassungen und Weiterentwicklungen erschweren. Für diese Encoder Autokalibration wünscht sich die Firma Triamec Motion AG eine flexiblere und wartungsfreundlichere Lösung.



Blockdesign der Encoder Autokalibration

**Aufgabenstellung:** Um die Encoder Autokalibration entwicklungsfreundlicher zu gestalten, sollen die komplexen State Machines durch einen Softcore ersetzt werden. Dieser lässt sich je nach Anwendung in einer objektorientierten Hochsprache wie C++ oder C# einfach programmieren. Ziel ist es, künftig nur noch die durch die Software benötigten Instruktionen im Softcore zu implementieren. Durch die selektive Implementierung können wertvolle Hardware Ressourcen eingespart werden. Nicht verwendete Instruktionen müssen deshalb über die Binary Files identifiziert werden. Neben der Identifikation soll die Applikation direkt eine Konfigurationsdatei für die korrekte Implementierung des Softcores generieren. Als zusätzliche Verbesserung der Encoder Autokalibration soll der bestehende Korrekturalgorithmus, welcher sich auf die Korrektur von Offset und der Grundschwingung beschränkt, durch eine Oberwellenkorrektur bis zur fünften Harmonischen erweitert werden.



Korrektur Quantisierungsfehler und Winkelfehler

**Ergebnis:** Bei der neu entwickelten Encoder Autokalibration bildet der MicroBlaze Softcore von Xilinx das Herzstück. Um die Vorteile der hoch performanten Hardware Strukturen auf dem FPGA mit der Flexibilität des MicroBlaze optimal zu kombinieren, teilen sich Hardware und Software die Aufgaben für die Encoder Autokalibration auf. So werden im MicroBlaze die rechenintensiven Korrekturkoeffizienten laufend neu berechnet und aktualisiert, während diese mit den einzelnen Samples des Encoder Signals in wenigen Taktzyklen auf Hardware Ebene verrechnet werden. Die gewünschte Python Applikation steht für zukünftige Optimierungen bereit. Beim Versuch den bestehenden Korrekturalgorithmus entsprechend zu erweitern, mussten bereits bei der Korrektur der dritten Harmonischen aufwändige kubische Operationen ausgeführt werden. Bei den Simulationen hat sich herausgestellt, dass sich eine stabile Regelung, selbst in reduzierter Form, mit diesem Ansatz nicht realisieren lässt. Ein neuer Lösungsansatz lieferte anhand der durchgeführten Simulationen vermeintlich hervorragende Korrekturergebnisse. Bei genauer Betrachtung musste jedoch festgestellt werden, dass die Korrekturen nicht winkeltreu sind.