

Digitaler Stimulator für einen Radar-Empfänger

Studiengang: BSc in Elektro- und Kommunikationstechnik | Vertiefung: Communication Technologies

Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne, Prof. Dr. Rolf Vogt

Experte: Stefan Hänggi (armasuisse)

Industriepartner: RUAG Aviation, Wilderswil

Sensoren an bestimmten Flugzeugen sind in der Lage festzustellen, ob diese von Radarsystemen am Boden oder in der Luft erfasst werden. So können allfällige Bedrohungen frühzeitig erkannt werden. Anhand unterschiedlicher Signalcharakteristiken kann abgeschätzt werden, um welche Art von Radarquelle es sich handelt. Entsprechend kann das Gefahrenpotenzial eingestuft werden. Um die Sensoren am Boden testen zu können, wurde ein Demonstrator entwickelt.

Ausgangslage

Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis sollte auf Basis einer FPGA-Plattform (Abb. 1) ein Demonstrator entwickelt werden, mit welchem sich unterschiedliche Signale im Frequenzbereich von 3 MHz bis 1 GHz (optional 1.5 GHz) generieren lassen. Um realistische Szenarien generieren zu können, müssen verschiedene Modulationsverfahren, wie beispielsweise Frequenzmodulation (FM) oder Amplitudenmodulation (AM), auf das Signal angewendet werden können.

Umsetzung

Es wurde ein funktionsfähiger Demonstrator entwickelt, der zeigt, dass es möglich ist die geforderten Signale mittels Software-Defined Radio-Technologie zu generieren. Zu Beginn dieser Bachelor-Thesis wurde gemäss den definierten Anforderungen im Pflichtenheft ein VHDL-Design mit insgesamt 24 Funktionsblöcken entworfen. Diese Blöcke wurden Schritt für Schritt in VHDL umgesetzt, simuliert und auf der FPGA-Plattform (Abb. 1) getestet. Die Signalverarbeitung geschieht rein digital im FPGA. Über eine spezielle JESD204B-Hochgeschwindigkeits-Schnittstelle ist ein Digital-zu-Analog-Wandler (DAC) mit einer maximalen Abtastrate von 12.5 Gbit/s angeschlossen. Die digitale Signalverarbeitung wird auf einem Virtex-7 FPGA von Xilinx im Basisband in komplexer Betrachtung

ungsweise umgesetzt. Mit einem Trägersignal wird ausserhalb des FPGAs das Signal aus dem Basisband hoch gemischt. Umgesetzt wurden Frequenz-, Amplituden- und Chirp-Modulation (Spezialfall der Frequenzmodulation). Alle Signale können kontinuierlich oder gepulst generiert werden. Am Ausgang des DACs kann das Signal abgegriffen und mit einem Spektrumanalysator untersucht werden.

Resultate und Ausblick

Mit dem entwickelten Demonstrator kann eine Vielzahl von unterschiedlich modulierten Signalen erzeugt werden. Das Signal kann gleichzeitig mit verschiedenen Modulationsarten (Abb. 2) in einem Frequenzbereich von 3 MHz bis 1.5 GHz generiert werden. Das FM- und das AM-Signal können über eine serielle Schnittstelle arbiträr konfiguriert werden. Die benötigten Parameter, wie beispielsweise die Pulsdauer und Puls-Repetitionsfrequenz für gepulste Signale, werden ebenfalls über die serielle Schnittstelle auf das FPGA geladen. Die im Pflichtenheft definierten Anforderungen wurden umgesetzt. Nach dieser Bachelor-Thesis ist es das Ziel das Ausgangssignal zu filtern, zu verstärken und auf eine Antenne zu führen, um Tests mit realen Radarsensoren durchführen zu können.



Steve Allemann

steve.allemann@gmail.com

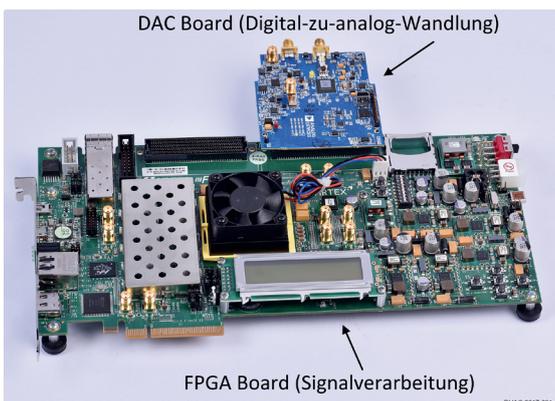


Abb. 1: FPGA-Plattform zur digitalen Signalverarbeitung mit angeschlossenem DAC-Modul

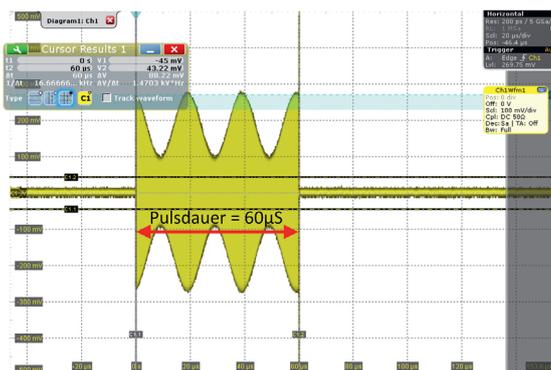


Abb. 2: Messung eines gepulsten, amplitudenmodulierten Signals mit Modulationsgrad 50% und Pulsdauer 60 µs