

Interference Cancellation for Digital RF Repeaters

Kommunikationstechnik / Betreuer: Prof. Fritz Dellsperger
Experte: Dr. Peter Schlatter

Digitale RF-Repeater empfangen mit der einen Antenne das Nutzsignal und strahlen es verstärkt mit einer zweiten Antenne in das zu versorgende Gebiet ab. Mit baulichen Massnahmen wird verhindert, dass das Sendesignal nicht den Empfangskreis des Repeaters übersteuert.

Im Rahmen dieser Masterthesis wurde ein Verfahren entwickelt, das diese Rückkopplung von der Sendeeinrichtung in die Empfangsantenne kompensiert und somit die nähere Montage der beiden Antennen erlaubt. Ein geeigneter Ansatz wurde auf der HW-Plattform des Industriepartners implementiert und getestet.

Ausgangslage

Ein digitaler RF-Repeater hat die Aufgabe, eine Funkversorgungszelle zu vergrössern oder innerhalb der Zelle unterversorgte Gebiete auszuleuchten. Die für die Signalübertragung notwendige grosse Verstärkung stellt hohe Ansprüche an die Entkopplung der Antennen - damit wird eine Schwingneigung des Systems verhindert. Diese Entkopplung kann nur mit erheblichen baulichen Massnahmen erreicht werden. Mit Hilfe der Interferenzunterdrückung können diese Anforderungen entscheidend entschärft werden.

Der Industriepartner Comlab AG ist führender Hersteller für Funkrepeater im Bereich der Tunnel- und Inhouse-Kommunikation. Als Kernelement enthält deren neue digitale Repeaterplattform einen leistungsfähigen digitalen Signalverarbeitungsblock. Darin übernimmt der digitale Signalprozessor alle Steuer- und Rechenoperationen, während das FPGA für die zeitkritischen Abläufe verantwortlich ist.

Analyse und Lösungsansatz

Die Echokompensation ist lange aus dem Gebiet der Telefonie und der Akustik bekannt. Das störende Signal, das sich am Eingang dem Nutzsignal überlagert, soll durch destruktive Interferenz mit einem äquivalenten Signal, dem Interferenzvektor, ausgelöscht werden. Dazu wird vom Repeater-Ausgang das Signal ausgekop-

pelt und so verändert, wie dies auf dem Weg über die beiden Antennen erfolgt.

Damit ergeben sich zwei Problemstellungen: Erstens muss ein Weg gefunden werden, wie diese Feedbackparameter bestimmt werden, zweitens muss der Feedbackpfad realisiert werden, ohne dass das Nutzsignal verändert oder signifikant verzögert wird.

Die Analyse zeigte, dass drei Operationen für die Bildung des Interferenzvektors notwendig sind; eine Verzögerung des Signals in ganzzahligen Samples, eine Verzögerung mit einem Bruchteil eines Samples und eine Multiplikation.

Für die Generierung des Feedbacks wurde das Ausgangssignal vor dem DAC abgezweigt und nachbearbeitet. Dieser Interferenzvektor wurde dann vom Eingangssignal nach dem ADC subtrahiert.

Für die Bestimmung der Parameter wurde das Problem als adaptives Filter modelliert.

Realisierung

Sämtliche Funktionen im direkten Signalpfad wurden im FPGA realisiert. Die Herausforderung war das Parallelisieren der Prozesse, so dass eine minimale Latenzzeit resultiert.

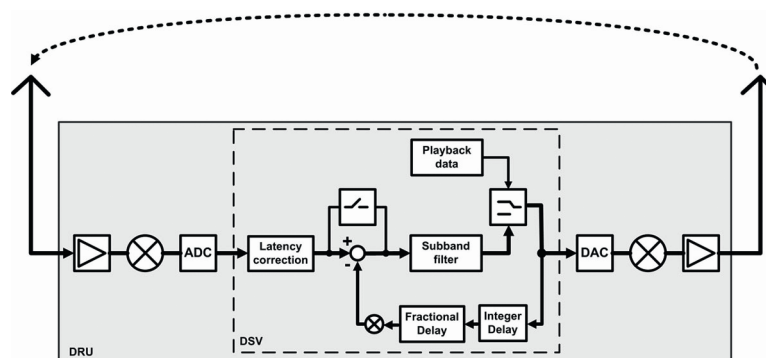
Die Berechnung des adaptiven Filters erfolgt mit einem Matlab-Programm anhand der vom FPGA ausgelesenen Messdaten. Über das Webinterface werden die Parameter für den Interferenzvektor gesetzt und in das FPGA geladen.

Schlussfolgerung

Bei digitalen RF-Repeatern ist eine Interferenzunterdrückung durch einen rein digitalen Ansatz realisierbar. Damit sind gute Resultate erzielbar, setzt aber voraus, dass die analogen Komponenten der kurzzeitigen Übersteuerung während dem Abstimmprozess gewachsen sind.



Ivo Germann



Prinzipschaltbild: Digitaler RF-Repeater mit der Rückkopplung vom Sendeeinrichtung in den Empfangspfad