

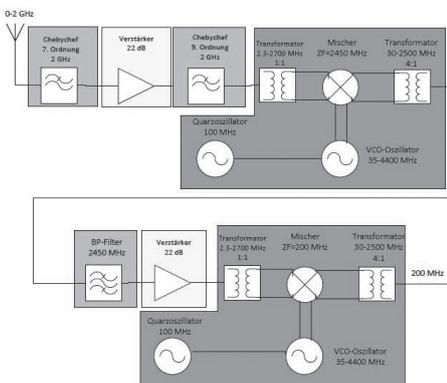
# Breitband-Umsetzer

Fachgebiet: Elektro- und Kommunikationstechnik  
Betreuer: Prof. Dr. Rolf Vogt  
Experte: Stefan Hänggi (Armasuisse)

DAB-Repeater verarbeiten Signale. Die bisher entwickelten Repeater können jedoch nur in einem definierten und somit eingeschränkten Bereich Signale empfangen. Der Wunsch nach einer universell einsetzbaren Lösung verlangt eine Möglichkeit Frequenzen bis 2 GHz umsetzen zu können. Konkret handelt es sich um einen universell einsetzbaren Breitband-Repeater, der entwickelt wurde.

## Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit war die Realisierung eines Empfangs- und Sendeteils für den DAB-Repeater, der in einer früheren Bachelor-Thesis entwickelt wurde. Das frei konfigurierbare FPGA, welches im Repeater für die digitale Signalverarbeitung eingesetzt wird, wäre auch in der Lage andere Funkstandards zu verarbeiten. Deshalb entstand die Fragestellung, ob eine Umsetzstufe entwickelt werden kann, die höhere Frequenzbereiche empfangen und verarbeiten könnte. Der Empfangsteil sollte diese Frequenzen auf eine Zwischenfrequenz von 200 MHz umsetzen können. Diese Signale werden anschliessend dem DAB-Repeater zugefügt, verarbeitet, verstärkt und dem Sendeteil übergeben. Die Aufgabe des Sendeteils ist es, die Signale von der Zwischenfrequenz wiederum auf die empfangene Frequenz zwischen 0 und 2 GHz umzusetzen. Weil der Repeater universell einsetzbar sein soll, sollten dessen Spezifikationen punkto Grosssignalfestigkeit und Unterdrückung von Störsignalen möglichst gut sein. Diese Forderungen lassen sich am besten mit der Tiefband-Mehrfachsuperhet-Struktur umsetzen



Blockschaltbild des Empfangsteils

## Konzept

In der vorangehenden Projektstudie wurde ein Lösungskonzept entwickelt. Dieses sieht vor, dass im Empfangsteil zuerst auf eine Zwischenfrequenz von 2450 MHz umgesetzt wird und erst anschliessend auf die geforderten 200 MHz heruntergemischt wird. Mit diesem Vorgehen lassen sich die Spiegelfrequenzen mit einem einfachen Tiefpassfilter unterdrücken. Beim Sendeteil werden zuerst die 200 MHz Zwischenfrequenz auf 2450 MHz umgesetzt und anschliessend auf die gewünschte Sendefrequenz heruntergemischt.

## Ergebnisse

Es konnte eine Mischerstufe entwickelt, in Betrieb genommen und ausgemessen werden. Diese kann Frequenzen zwischen 100 MHz und 1.95 GHz verarbeiten. Des Weiteren wurde in dieser Arbeit versucht ein Filter mit diskreten Komponenten zu entwickeln, das eine Durchlassfrequenz von 2 GHz und eine Sperrfrequenz von 2.6 GHz mit einer Dämpfung von 40 dB aufweist. Diese Vorgaben konnten jedoch nicht mit nur einem Tiefpass zu erreichen. Deshalb wurden zwei Tiefpassfilter nacheinander geschaltet, mit diesen es nun möglich ist diese Vorgaben zu erreichen.

Das Rauschmass liegt beim Sendeteil zwischen 8 und 2.6 dB, wobei durch Optimierungen das Rauschen noch weiter reduziert werden könnte. Die Verstärkung des Eingangssignals liegt zwischen 14.8 und 3.6 dB. Die Verstärkung ist sehr stark von der Frequenz abhängig: Je höher die Frequenz, desto tiefer die Verstärkung und somit wird auch das Rauschen grösser.

Das Rauschmass liegt beim Sendeteil zwischen 17.8 und 19.2 dB, wobei auch bei diesem Teil durch Optimierungen das Rauschen reduziert werden könnte. Die Verstärkung liegt zwischen 14.8 und 2.5 dB, welche sehr stark von der Frequenz abhängig ist. Resultierend kann gesagt werden, dass die Spezifikationen grösstenteils der Vorgabe entsprechen.



Michel Burkhard