

EingangsfILTER für digitale TV-Empfänger

Informations- und Kommunikationstechnologien / Betreuer: Prof. Dr. Rolf Vogt
Experten: Dipl. El. Ing. HTL Hugo Ziegler; Dipl. El. Ing. ETH Ralph Brühlmann

EingangsfILTER sind wichtige Bestandteile von Empfängern der drahtlosen Kommunikation. Ihre Aufgabe ist es, die Bandbreite des am Empfängereingang anliegenden Signals zu reduzieren und so die Empfänger vor Übersteuerung zu schützen. Dabei sollten die EingangsfILTER so wenig Einfügungsdämpfung wie möglich aufweisen, um das Empfängersignal nur minimal zu verschlechtern. Gleichzeitig sollten sie über eine genügend grosse Selektivität verfügen, um benachbarte Kanäle zu unterdrücken. Die beiden Eigenschaften sind bei den meisten Filtertechnologien gegenläufig.

Ausgangslage

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit einem Industriepartner sollen Bandpassfilter für das Frontend von Empfängern des digitalen terrestrischen Fernsehens (DVB-T) entwickelt werden. Dabei sind die explizit vorgegebenen Spezifikationen zu erfüllen. Besonderes Augenmerk soll auf die geringe Einfügungsdämpfung, welche niedriger als 0.5 dB sein sollte, gelegt werden. Auch nicht zu vernachlässigen sind die Faktoren Grösse, Herstellungs- und Entwicklungskosten sowie die Abstimmbarkeit des Filters.

Lösungsansatz

Zu Beginn galt es, mögliche Filtertechnologien für die Realisierung des Bandpassfilters zu untersuchen. Anhand einiger Simulationen und Marktuntersuchungen wurde deren Eignung, die Filterspezifikationen zu erfüllen, aufge-

zeigt. Dabei stellten sich Filter mit Hohlraumresonatoren als geeignete Filtertechnologie heraus. Ausschlaggebend waren die niedrige Einfügungsdämpfung und die Abstimmbarkeit.

Filter mit Hohlraumresonatoren

Bei Filtern dieser Bauart werden $\lambda/4$ -Resonatoren in elektrisch gut leitenden Gehäusen untergebracht. Jeder Resonator befindet sich in einer Kammer und ist durch Aussparungen in den Kammerwänden mit den benachbarten Resonatoren gekoppelt. In der Übertragungsfunktion des Filters entstehen Pole bei den Resonanzfrequenzen der gekoppelten Resonatoren. Durch Kreuzkopplungen, Aussparungen in der Mittelwand, werden Nullstellen erzeugt. Mit der Dimensionierung der Resonatoren und deren Kopplung wird das gewünschte Frequenzverhalten des Filters erreicht.

Realisierung

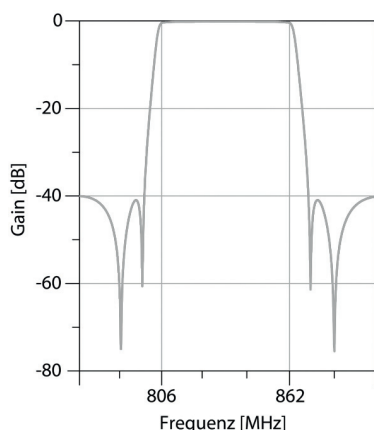
Nachdem die Filterstruktur anhand der Übertragungsfunktion definiert wurde, musste durch dreidimensionale elektromagnetische Simulationen eine mechanisch realisierbare Geometrie gefunden werden. Da in den Simulationsmodellen nicht alle Details berücksichtigt werden können, wurde darauf geachtet, dass Abweichungen des realisierten Filters nachträglich korrigierbar sind. Nebst den theoretischen Analysen sind praktische Überlegungen zur mechanischen Herstellung wie die Realisierung der Abstimmbarkeit, die Auswahl des richtigen Materials und die Oberflächenbeschaffenheit des Metalls wichtig.



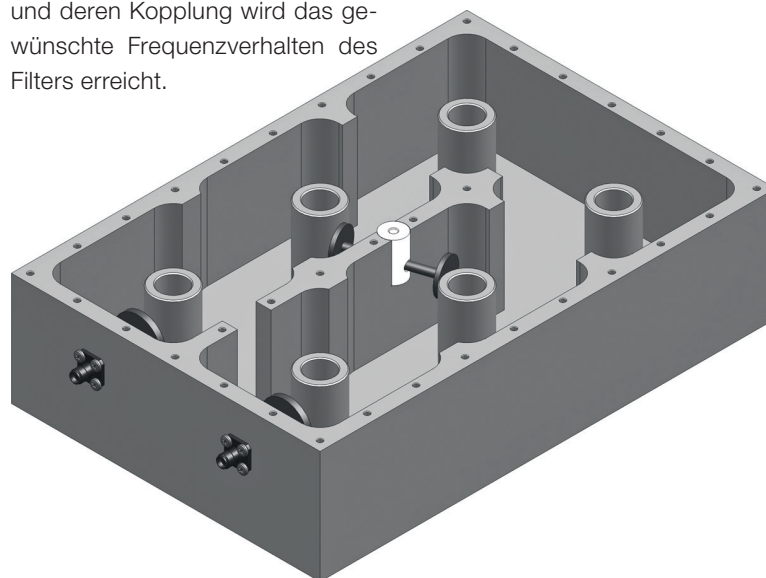
Michael Nydegger



Christian Schaller



Frequenzantwort des Bandpassfilter



CAD-Modell des fertigen Filters mit sechs Hohlraumresonatoren