

Duplexfilter für 50 MHz

Fachgebiet: ICT

Betreuer: Prof. Alfred Kaufmann

Experte: Hans Zahnd

Ein Duplexfilter ermöglicht einer Relaisstation, also einer unbemannten Funkstation, die im Vollduplexbetrieb arbeitet, eine einzige Antenne zum gleichzeitigen Senden und Empfangen zu verwenden. Weil dafür zwei leicht versetzte Frequenzen verwendet werden, kann ein trennscharfes Filter diese so gut gegeneinander isolieren, dass die gegenseitige, unerwünschte Beeinflussung auf ein Mindestmass reduziert wird.

Ausgangslage

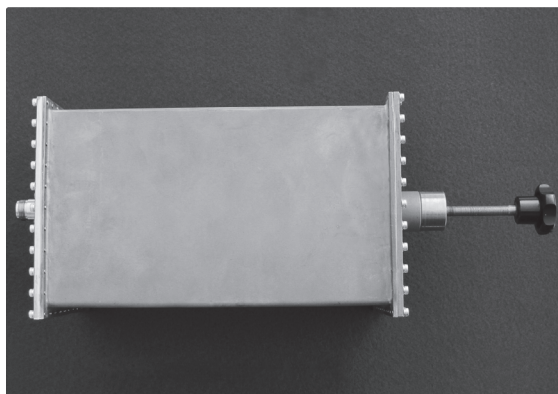
Der Anstoss für das Thema kam von einem Amateurfunkprojekt für eine 50 MHz-Relaisstation, bei dem sich der Bau des Duplexfilters als Problem herausstellte, da nicht nur bestimmte elektrische Spezifikationen erreicht werden mussten, sondern aus Platzmangel auch das ganze Filter in eine kompakte Form gebracht werden sollte. Die physikalische Grösse eines Filters dieser Art hängt von der Wellenlänge ab; in traditioneller Bauweise ist es meist um die zwei Meter lang.

Grundlegendes

Ein Duplexfilter hat drei Anschlüsse, einen gemeinsamen für die Antenne und je einen für Sender und Empfänger; es hat also zwei Zweige mit je mehreren Einzelfiltern. Die Frequenzen von Sender und Empfänger sind durch den sogenannten Duplexabstand getrennt und müssen gegeneinander gedämpft werden.

Anforderungen

Im 50 MHz-Bereich ist der Duplexabstand 600 kHz. Die Anforderungen an jeden Zweig wurden auf eine Durchgangsdämpfung von nicht mehr als etwa 1.5 dB und eine Sperrdämpfung von mehr als 80 dB festgelegt, was mit zwei Filtern in jedem Zweig erreicht werden sollte. Die zur Verfügung stehende Zeit erlaubte es jedoch nicht, das ganze mehrkreisige Duplexfilter aufzubauen. Deshalb wurden alle Untersuchungen an einem Teilfilter durchgeführt.



Der Prototyp des Helixresonators

Umsetzung

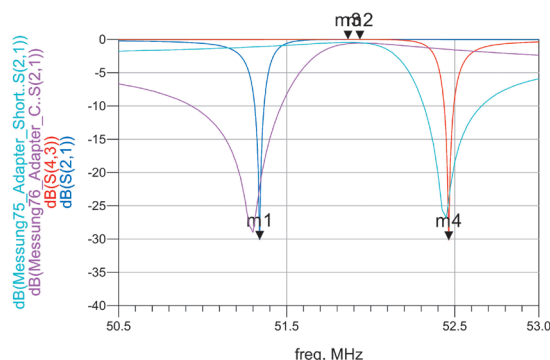
Um die Grösse kompakt zu halten wurde entschieden, die Helixbauweise zu wählen, bei der der Resonator spulenförmig aufgewickelt ist. Für die Berechnung gibt es bekannte Formeln, mit deren Hilfe ein Prototyp berechnet und anschliessend gebaut wurde. Durch Simulationen mit Agilent ADS konnte das Verhalten des Resonators besser verstanden werden. Diese Erkenntnisse führten zu verschiedenen Verbesserungen und Erweiterungen am Prototypen. Besonderes Augenmerk wurde dabei darauf gerichtet, wie die Filterkurve gespiegelt, also Durchgangs- und Sperrbereich umgedreht, sowie der Duplexabstand eingestellt werden kann.

Ausblick

Das entstandene Helixfilter erfüllt zwar die Anforderungen, jedoch nicht wie ursprünglich erhofft mit zwei Filtern in jedem Zweig, sondern mit je deren drei, da die Dämpfung im Sperrbereich nicht wesentlich über 30 dB gebracht werden konnte. Die Spiegelung der Filterkurve gelang, die Einstellung des Duplexabstandes funktioniert aber noch nicht ganz. Es ist jedoch geplant, das Duplexfilter auf dieser Basis aufzubauen.



Martin Geissmann



blau und rot: diese Filterkurven wurden simuliert
pink und türkis: diese Filterkurven wurden gemessen
Fazit: die simulierten und gemessenen Kurven stimmen gut überein

Die simulierten und gemessenen Filterkurven