

Design-Flow für schnellen und erfolgreichen Filterentwurf

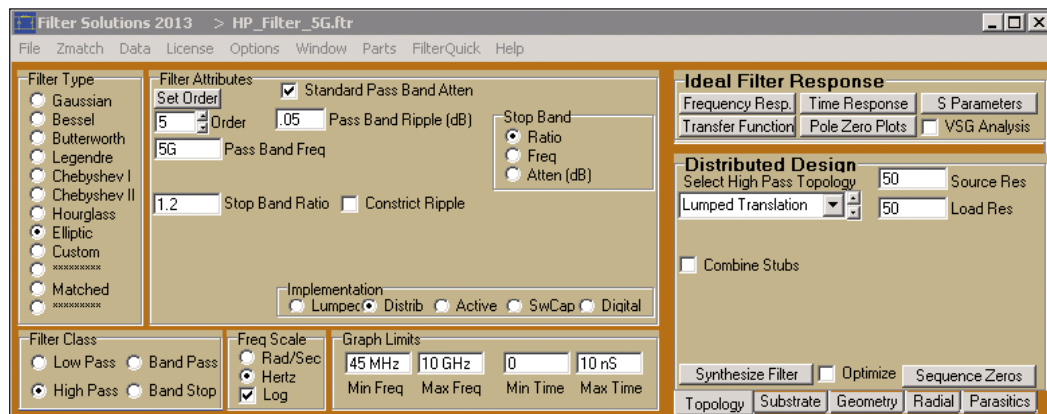


Bild 1: User-Interface von Nuhertz FilterSolutions

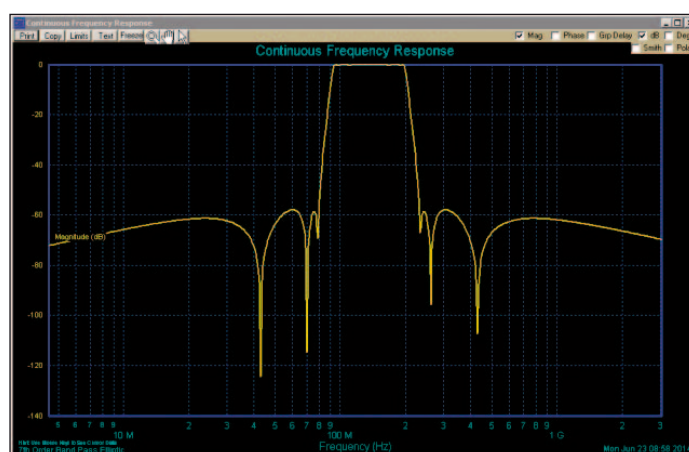


Bild 2: Ideale Filtercharakteristik

Entwickler von HF-Filtern sehen sich im Allgemeinen mit gegensätzlichen Forderungen konfrontiert. Dies macht ihre Realisierung häufig zu einem langwierigen, iterativen Prozess.

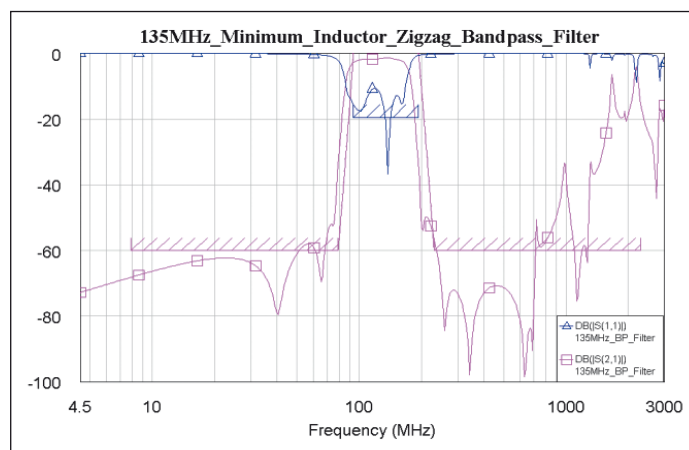


Bild 3: Simulation mit Berücksichtigung von parasitären Effekten und Interconnects. Die ursprünglichen Design-Kriterien sind als Optimierungsziele ebenfalls übergeben worden

In dieser Applikationsschrift wird eine robuste und flexible Methode aufgezeigt, wie diese Aufgabe mit modernen CAD-Hilfsmitteln (Nuhertz FilterSolutions, NI/AWR Microwave Office und Modelithics Global Models) erfolgreich gelöst werden kann.

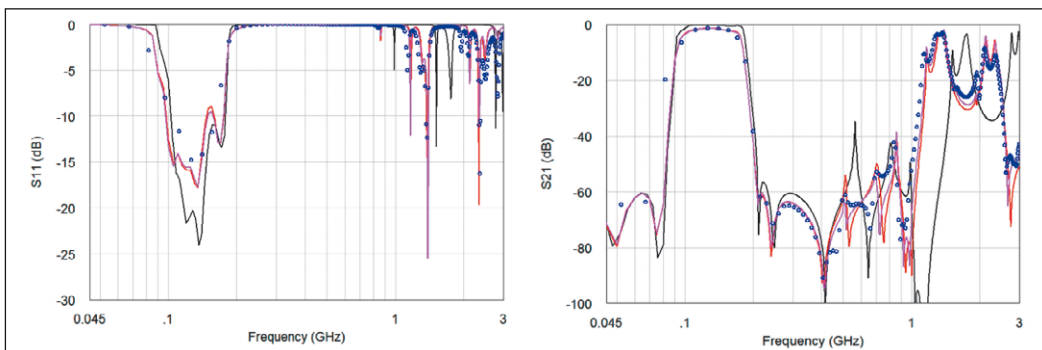
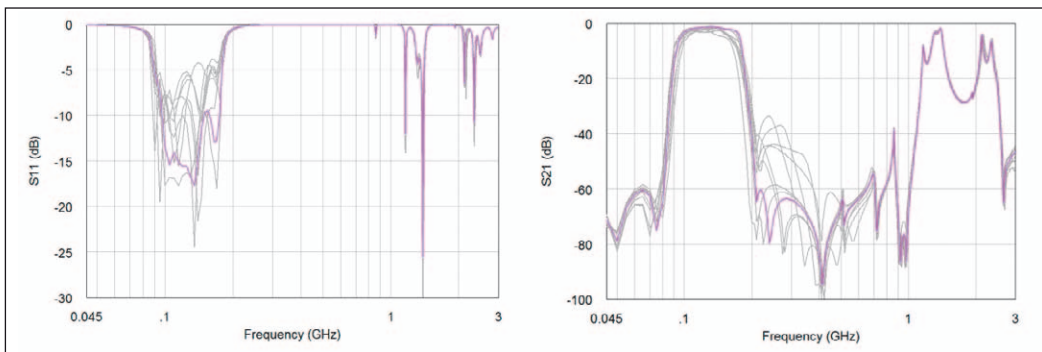
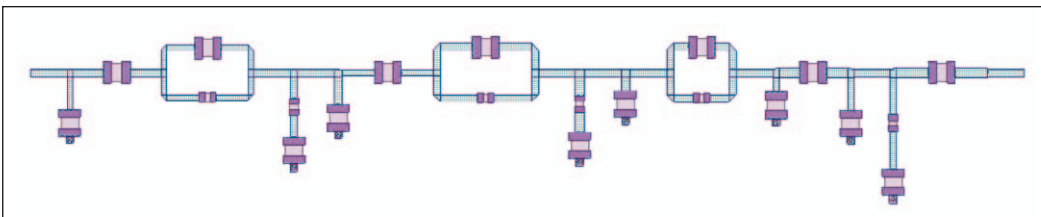
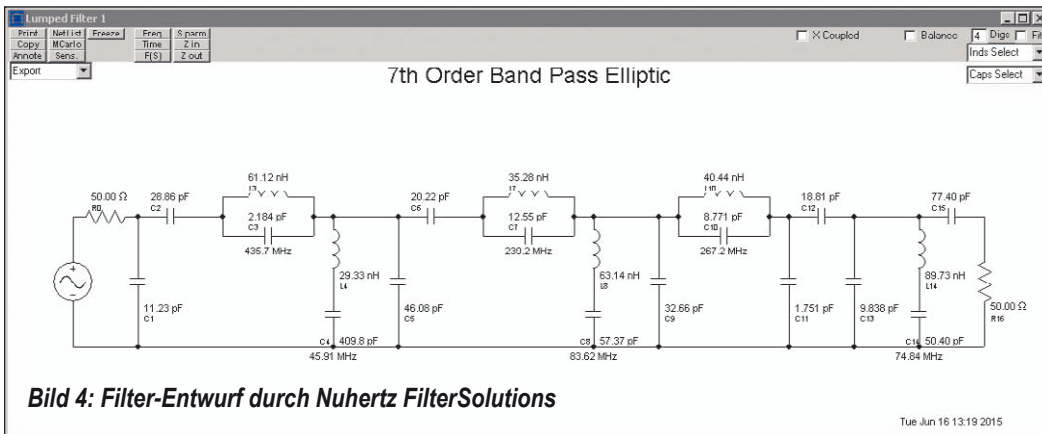
Filter-Synthese ist auch für einen erfahrenen Entwickler selten ein geradliniger Prozess. Koch-Rezepte aus der einschlägigen Literatur, unter Verwendung der klassischen Topologien, funktionieren fast nur bei recht niedrigen Frequenzen zufriedenstellend. Schon bei Frequenzen ab etwa 100 MHz sind Leitungsgeometrien und parasitäre Effekte (Eigen-Resonanzen, Verluste, usw.) nicht mehr vernachlässigbar. Hier kommen moderne CAD-Tools ins Spiel: Ausgereifte Entwurfs-Werkzeuge wie Nuhertz FilterSolutions (Bild 1) und Simulation-Frameworks wie NI/AWR Microwave Office/Axiem in Verbindung mit zuverlässigen Bauteilbibliotheken wie Modelithics Global Models.

In FilterSolutions gibt der Entwickler die gewünschten Eigenschaften (Bandpass/Tiefpass/Hochpass, Frequenzen, Sperrdämpfung, usw.) vor und erhält ein Design, welches er direkt nach Microwave Office (MWO) exportieren kann. Die Besonderheit ist, dass FilterSolutions die in MWO verfügbaren Bibliotheks-Bauteile von Modelithics heranzieht und gleichzeitig auch die notwendigen Leitungselemente, Verzweigungen und Bends einfügt. Die Abweichungen (durch Leitungseffekte, Bauteil-Parasitics, usw.) von der idealen Synthese sind auch bei niedrigen Frequenzen schon erkennbar (Bild 2, 3).

Beispiel: Niederfrequentes Bandpass-Filter

Am Beispiel eines 135-MHz-Bandpass-Filters soll dies ver-

Dieser Artikel ist eine verkürzte Übersetzung der Application Note #52 von Isabella Delgado Inc. (Werkstudentin bei Modelithics) mit Unterstützung von Jeff Kahler (Nuhertz Technologies) und Scott Skidmore (Modelithics). Übersetzung durch Achim Baier (TACTRON Elektronik). TACTRON Elektronik ist Partner von Modelithics Inc. und Nuhertz Technologies



deutlich werden. Die Synthese durch Nuhertz FilterSolutions liefert den Entwurf wie in Bild 4. Beim Export nach Microwave Office wird automatisch

eine passende Streifenleitungsgeometrie erzeugt, so dass das Filter auch sinnvoll in ein Layout überführt werden kann (Bild 5). Ebenso kann FilterSolutions

gleichzeitig eine Auswahl an Herstellern und Bauteil-Serien der diskreten Komponenten mit übergeben, unter Berücksichtigung der vorhandenen Stan-

dardwerte (E-Reihen). Weiterhin werden gleich Optimierungskriterien erstellt, die den Entwurfskriterien entsprechen.

Damit können die ausgefeilten Optimierungsroutinen des Schaltungssimulators angewendet werden, um die Abweichungen, die aus Leitungsverlusten, Bondpads und Bauteil-Eigenresonanzen resultieren, wieder zu korrigieren. Microwave Office kann sich dabei auf die vorhandenen Standardwerte beschränken. Nach erfolgreicher Optimierung sollte sich eine Toleranzanalyse anschließen. Bild 6 zeigt die S-Parameter-Schar, die sich mit 2-prozentigen Kapazitäts-Streuungen und 5-prozentigen Induktivitäts-Streuungen ergibt. Mit Hilfe einer Ausbeute-Optimierung (siehe auch Modelithics Application Note #46: Improved Microwave Circuit Design Flow Through Passive Model Yield And Sensitivity Analysis) lässt sich herausfinden, ob es sich lohnt, in enger tolerierte Bauteile zu investieren

Optional kann sich auch eine EM-Analyse anschließen, die notwendigen Vorbereitungen (EM Extraction Block) werden automatisch getroffen. Es zeigt sich, dass sich bei dieser relativ niedrigen Frequenz kaum merkliche Korrekturen ergeben.

Beispiel: 5-GHz-Hochpass

Im vorherigen Beispiel konnte gezeigt werden, dass es genügt, die ausgefeilten Bauteil-Modelle anstelle von idealen Cs und Ls zu verwenden, um zu hervorragender Übereinstimmung zwischen Simulation und Messung zu gelangen. Dies kann immer dann angenommen werden, wenn die Leitungsgeometrien klein gegenüber der Wellenlänge sind und somit nur geringe elektromagnetische Verkopplungen auftreten. Im folgenden Beispiel ist dies nicht mehr der Fall.

Betrachtet werden soll ein elliptisches Hochpass-Filter 5. Ordnung mit 5 GHz Eckfrequenz. FilterSolutions kann hier schon beim Export helfen, indem diskrete Elemente (mit

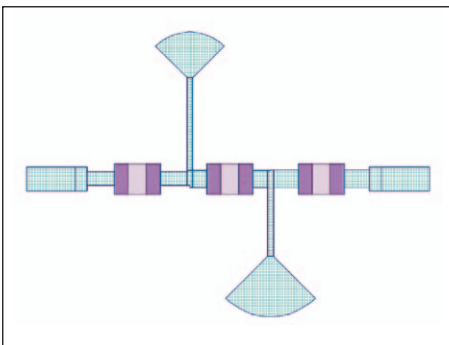
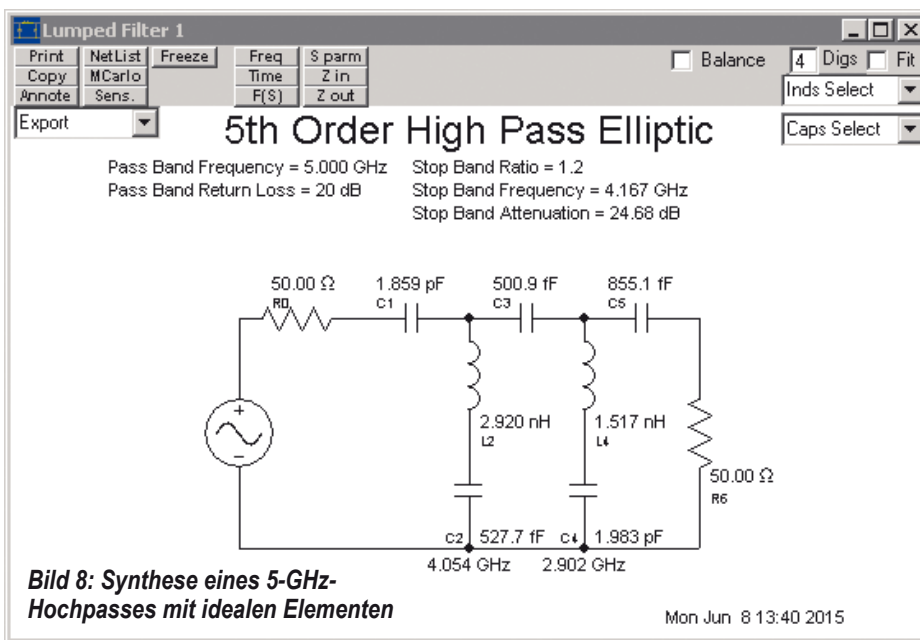


Bild 9: Nach AWR Microwave Office exportiertes Design, die Shunt-Resonatoren wurden durch Leitungen und Radial-Stubs ersetzt, die Serien-C werden durch Modelithics Global Models beschrieben

niedrigem Q) durch Leitungselemente ersetzt werden. Bild 8 und 9 illustrieren dies.

Hier zeigt sich schnell, dass die gegenseitigen Verkopplungen der Leitungselemente nicht mehr ignoriert werden können. Bild 10 zeigt einen Vergleich der drei Simula-

tions-Methoden (MWO + ideale Modelle, MWO + Global Models und Axiem + Global Models). Erst die Kombination von ausgefeilten Bauteil-Modellen und EM-Co-Simulation ergibt gute Übereinstimmung mit der Messung.

Zusammenfassung

Durch die Kombination moderner Werkzeuge wie NI/AWR Microwave Office/Axiem sowie Nuhertz FilterSolutions mit Modelithics' Global Models gelingen auch komplexe Filterentwurfs-Aufgaben auf Anhieb. Elektromagnetische Verkopplungen und Bauteil-Effekte sind heutzutage sicher beherrschbar.

Weitere Informationen finden Sie bei:

Modelithics Inc. (www.modelithics.com)

Nuhertz Technologies (www.nuhertz.com)

National Instruments/AWR (www.awrcorp.com)

TACTRON Elektronik (www.tactron.de)

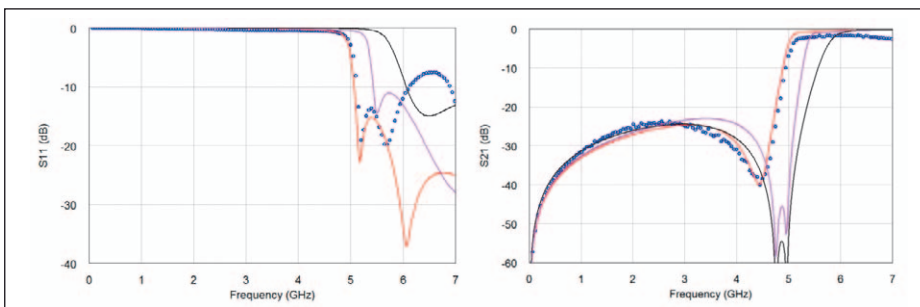


Bild 10: Gegenüberstellung von S11 und S21, MWO + ideale Modelle (schwarz), MWO + Global Models (magenta), Axiem + Global Models (rot), Messung (blau)