NI AWR Software in Aktion:

Entwicklung hohlraumbasierter Helical-Resonator-Bandpassfilter mit parametrierter Projektvorlage (Teil 2)

Diese Applikationsschrift behandelt den Designprozess für eine kostengünstige Familie von hohlraumbasierten (cavity-based) UHF-Helical-Resonator-Bandpassfiltern zum Einsatz in einer umschaltbaren Testanordnung für CATV-Komponenten.

Nach der Ausbreitung von Grundlagen und der Vorstellung der drei Kernkomponenten im Einzelnen beschäftigt sich Teil 2 mit dem Koppelelement und der Gesamtstruktur einschließlich deren Optimierung und messtechnischer Erfassung.

Die Koppelkomponente

Das Aufmacherbild zeigt ein Analyst-3D-Modell mit zwei Hohlräumen und einem Koppelschlitz. Eine Abstimmschraube wurde eingefügt, um die interne Resonator-Koppelbandbreite unter verschiedenen Bedingungen zu ermitteln.

Die Breite des Koppelschlitzes wurde innerhalb eines praktisch sinnvollen Bereichs variiert. Die erhaltenen Resultate (Koppel-Bandbreiten) sieht man in Bild 8. Der Zusammenhang zwischen Breite des Koppelschlitzes und Koppel-Bandbreite ist recht linear. Dies wurde ausgenutzt, um die Breite der Koppelschlitze im gesamten Filter für eine vorgegebene Bandbreite zu bestimmen.

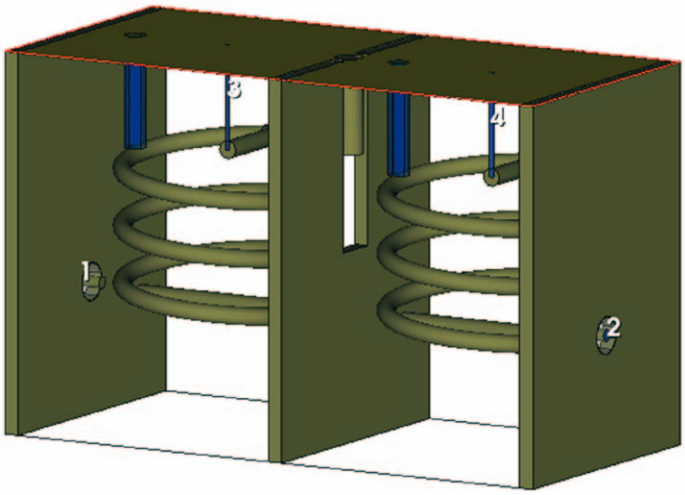

Bild 8

Gesamtsimulation und -abstimmung

Das bisherige Anliegen dieses Applikationsberichts bestand darin, deutlich zu machen, dass das gesamte Filtermodell mithilfe der Software am besten in Richtung perfektes Chebychev-Verhalten innerhalb des Spielraums der einzelnen Elemente getrimmt werden konnte; nur geringe Korrekturen waren erforderlich. Um dies ohne eine große Anzahl von zeitintensiven 3D-EM-Simulationen zu zu erreichen, wurde die Port-Tuning-Technik von Swanson [4] eingesetzt. Die Port-Tuning-Methode platziert konzentrierte (lumped) Ports an den Enden der Resonatoren im ganzen Filtersimulationsmodell, wie in Bild 9 dargestellt.

Eine einzige Simulation mit dem Analyst lieferte die Multiport-S-Parameter des nominellen Modells. Ein schnelles Feedback wurde dabei im the linearen Simulator durch Nutzung idealer Masseverbindungen für die geerdeten Kapazitäten über den Resonator-Ports erreicht, welche die Resonator-Abstimmschrauben simulierten. Parallel dazu wurden ideale Übertragungselemente zwischen den Resonator-Ports angenommen. Deren Wellenwiderstand war aber variabel, um die Abstimmfunktion der Schraube im Koppelschlitz zu simulieren.

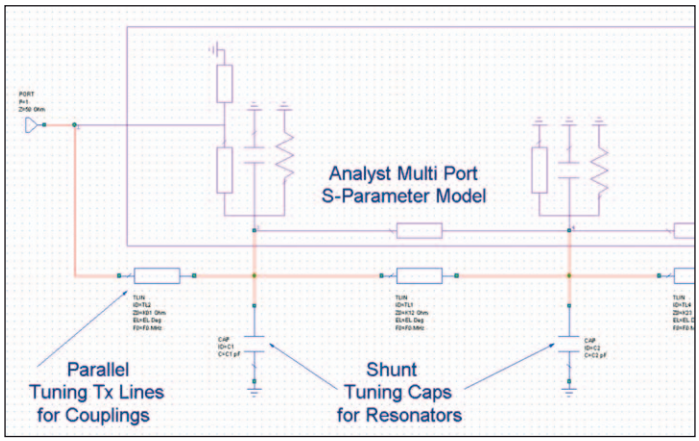

Bild 9: Die Abstimmelemente für das über die Ports abgestimmte Modell

Das ganze Filter wurde dann im linearen Simulator so abgestimmt, wie man es auch auf dem Labortisch machen würde, und der Grad der Abweichung der Abstimmelemente von der Nominalposition wurde als Basis dafür genutzt, um das Filter schließlich zu implementieren. Falls eine Abweichung nicht akzeptabel erschien, wurde der Analyst erneut eingesetzt, um die gesamte Filterstruktur erneut unter leicht geänderten Voraussetzungen zu simulieren. Es gab jedoch nur zwei bis drei dieser Irritationen. Damit war die Zeitverbesserung gegenüber dem konventionellen Herangeben des Variierens der Abstimmelemente in mehrfachen vollständigen 3D-Simulationenimmer noch beträchtlich.

Ness hat in [5] eine Single-Pass-Abstimmtechnik für gekoppelte Resonatorfilter auf Basis der determinierten Gruppenlaufzeit im Zusammenhang mit dem Reflexionsfaktor an Ein- und Ausgang jedes Resonators vorgeschlagen. Diese Technik wurde unterstützend in diesem Projekt genutzt, um sowohl das Filter im Simulator als auch das reale Filter auf der Werkbank abzustimmen. Bild 10 zeigt die Zusammenhänge zwischen Signalfrequenzen und Gruppenlaufzeiten für jeden Resonator als Differenz zur Gruppenlaufzeit des idealen Filters. Das Verhalten der idealen Filter-Prototyp-Sektion diente also als Vorlage für jeden Resonator und seine Kopplung.

Bild 11 bringt die Verläufe der Parameter S21 und S11 bei im linearen Simulator abgestimmten

Quelle: Application Note „Cavity-Based Helical Resonator Bandpass Filters Designed With Parameterized Project Template in NI AWR Software“ frei übersetzt und leicht gekürzt von FS

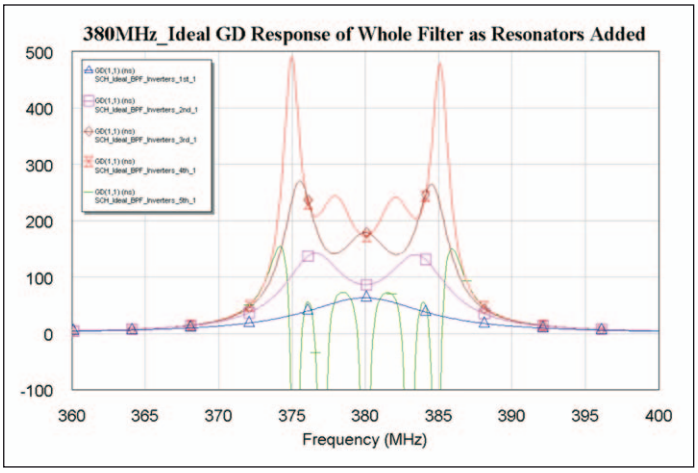

Bild 10: Eine sich überlagernde Kurvenschar, welche den Verlauf der Gruppenlaufzeiten für jeden Resonator darstellt

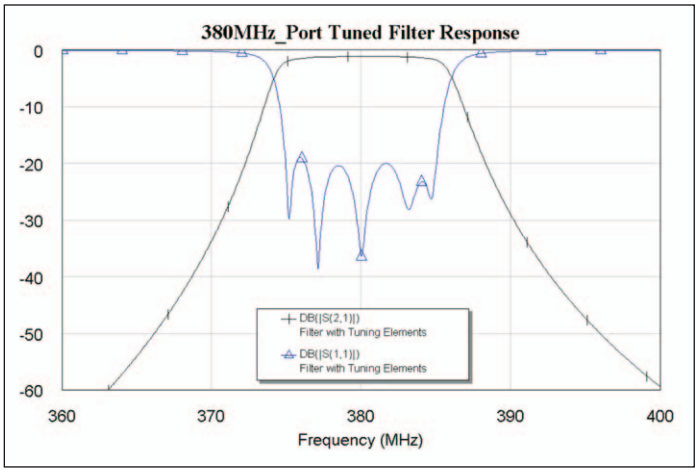

Bild 11: Die Ergebnisse mit dem port-tuned Simulationsmodell

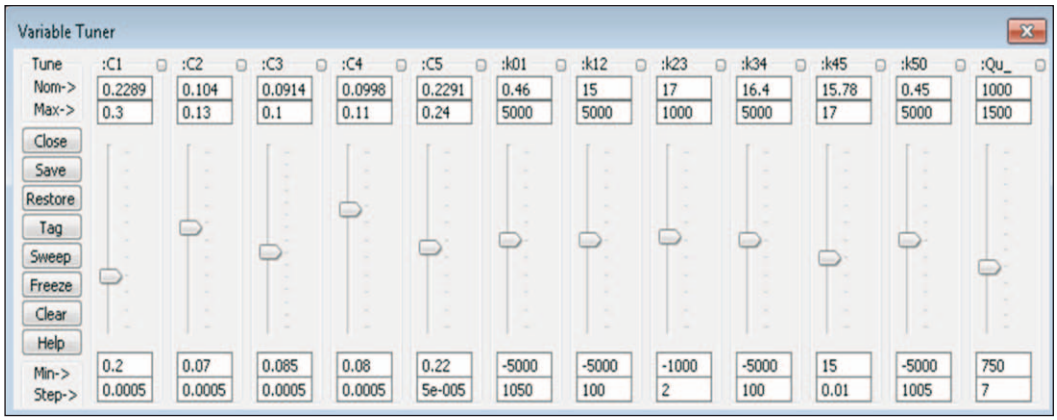

Bild 12: Ein Satz von Werten für Port-Abstimmelemente, betreffend das 380-MHz-Filter

[4] D.G. Swanson, Jr. and R.J. Wenzel, "Fast analysis and optimization of combline filters using FEM," in IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., Phoenix, AZ, vol. 2, pp. 1159–1162, May 20–25, 2001.

[5] Ness, John B., A Unified Approach to the Design, Measurement, and Tuning of Coupled-Resonator Filters, IEEE Trans. Microwave Theory and Tech., vol 46(4), pp. 343-351, April 1998. ◄

Filter unter Nutzung der Ness-GD-Methode. Das Resultat ist die erwartete Chebychev-Übertragungskurve bei akzeptablen Tuning-Element-Abweichungen vom Nominalzustand. Bild 12 zeigt einen Satz von Port-Abstimmelement-Werten für das 380-MHz-Filter.

Den Hohlraum und anschließende parameterisierte Elemente betrifft Bild 13. Es illustriert die Nutzung des Shape Modifiers (Modifizierung von Abmessungen) bei einer hierarchischen Parameterisierung, um eine der planaren Sektionen, welche die Abmessungen der Hohlräume mitbestimmt, zu implementieren.

Diese Elemente werden im Modell automatisch entsprechend des Satzes der allgemeinen Parameter im Projekt-File bemessen.

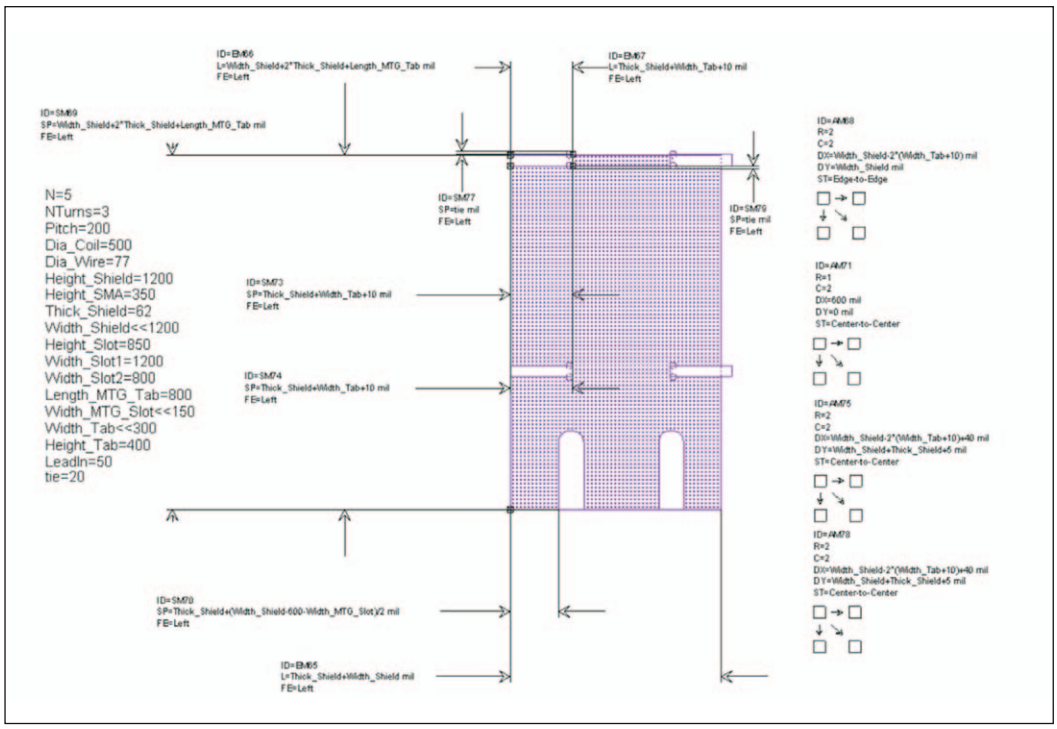

Bild 13: Größenmodifizierung mit hierarchischer Parameterisierung

Teil 3 folgt im nächsten Heft