

# Modelithics goes Sonnet

Dieser Beitrag beschreibt die Verwendung von diskreten Bauteilen in EM-Simulatoren. Nachfolgend soll der Hintergrund erläutert und anhand eines Beispiels das Verfahren verifiziert werden. Das Beispiel kann von der Webseite von Modelithics heruntergeladen werden (Ref. 2).

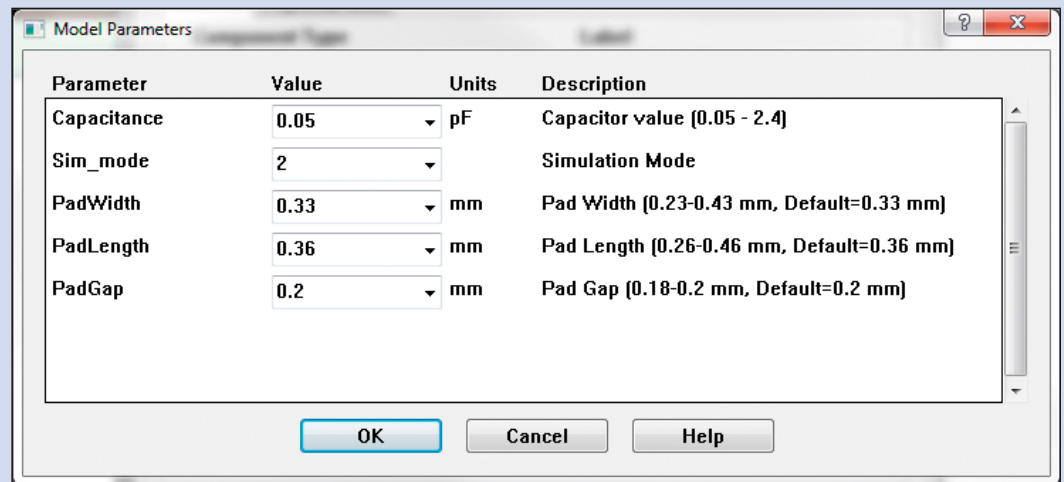


Bild 1: Dialogfeld für ein diskretes Bauteil. Die Pad-Parameter werden ignoriert, da `sim_mode=2` den Padstack-Einfluss durch das Modell unterdrückt

Schon seit einiger Zeit ist es möglich, die Modelithics CLR-Modelle (Global Models) in klassischen Schaltungssimulatoren (Keysight ADS, Genesys, NI/AWR Microwave Office) zu verwenden.

Für die Verifikation mit elektromagnetischen Simulatoren war jedoch bislang der Umweg über die Schaltungssimulatoren und deren Anbindungen zu den EM-Tools notwendig, siehe Modelithics' Appnote #37 (Ref. 1). Mit der Veröffentlichung der CLR-Bibliothek zur direkten Einbindung in Sonnet ist dieser Umweg nun nicht mehr notwendig.

## Vorbemerkungen

Die große Stärke der Modelithics-Modelle ist die automatische Einbeziehung der Substrat-Effekte auf Pad-Kapazitäten, des effektiven Serienwiderstands (ESR), der Eigenresonanzen usw. Dies wird durch den Parameter „Sim\_mode“ gesteuert, der drei Werte annehmen kann:

Sim\_mode=0:

Vollständige Berücksichtigung der Substrat-abhängigen Effekte, inklusive der Pad-Eigenschaften, ESR, ESL und Eigenresonanzen. Referenz-Ebenen sind die äußeren Pad-Edges (Bild 2)

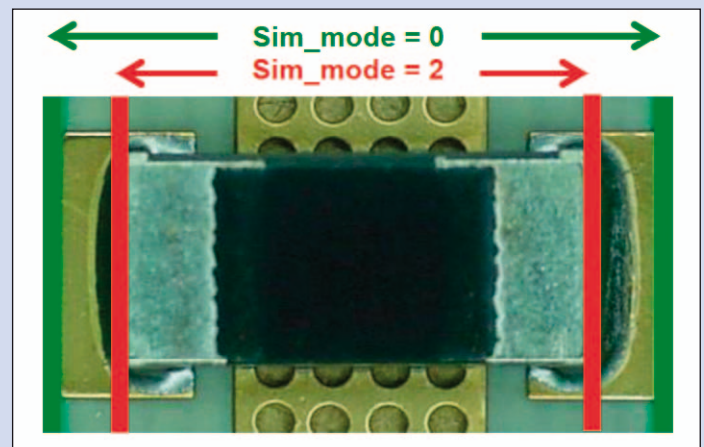


Bild 2: Definition der Referenz-Ebenen für `Sim_mode=0` und `Sim_mode=2`

Sim\_mode=1:

Induktivitäten/Kondensatoren/Widerstände werden als ideale Elemente simuliert.

Sim\_mode=2:

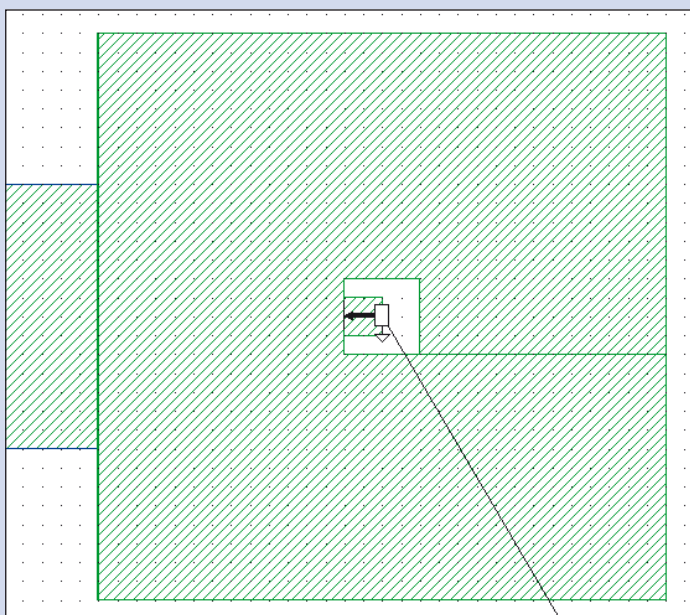
Pad-Effekte werden „ausgeblendet“, aber ESR, ESL und Eigenresonanzen bleiben substrat-abhängig. Referenz-Ebenen sind die äußeren Part-Edges (Bild 2).

Für die Simulation von gemischten Schaltungen (diskrete Bauteile und Leitungsgeometrien) in den klassischen Schaltungssimulatoren ist `Sim_mode=0` die beste Wahl. In Sonnet sieht die Sache anders aus: Das Pad hat durch das CLR-Modell (als berechneter S-Parametersatz ein-

gefügt) unter Umständen eine andere Breite als die Zuleitung, die entstehende Diskontinuität bliebe unberücksichtigt. Daher ist bei EM-Simulationen `sim_mode=2` die beste Wahl, wobei die Löt pads in Sonnet als Metall-Strukturen definiert werden müssen (siehe Bild 2).

Diskrete Bauteile, ob als ideale Bauteile, S-Parameter-Daten oder Modelithics-CLR-Modelle, sind in Sonnet als „user models“ implementiert (Tools > Add Component > User model), und die internen Ports („co-calibrated Ports“, Details siehe Sonnet User Manual) müssen auf Metall-Grenzen liegen. Soll die Referenzebene auf die Mitte

Dieser Aufsatz ist eine freie Übersetzung der Application Note #56 (Ref. 3) von Modelithics. Übersetzung durch Achim Baier, TACTRON Elektronik



**Bild 3: Co-calibrated Port für die EM-Simulation mit User Models**

eines Pads gelegt werden, muss eine Konstruktion wie in Bild 3 gezeichnet werden.

**Beispiel: 800-MHz-Bandpass-Filter**

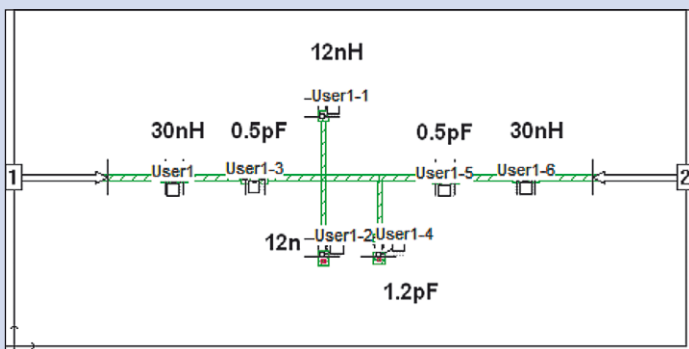
Zur Verifikation des Vorgehens wurde ein 800-MHz-Bandpass-Filter entworfen und mit Modelithics-CLR-Modellen simuliert. Bild 4 zeigt die 2D-Ansicht von Sonnet, mit den Bauteilwerten ergänzt. Nach diesen Vorgaben wurde das Filter schließlich aufgebaut und mit den Simulationsergebnissen verglichen. In einer zweiten und dritten Simulation wurden die Modelithics-Modelle durch S-Parameter des Herstellers und durch ideale Bauteile ersetzt.

Die Gegenüberstellung zeigt deutlich, dass die Verwendung von akkuraten CLR-Modellen

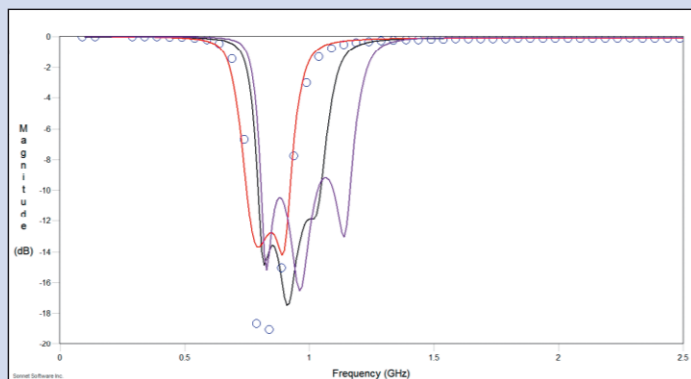
auch in EM-Tools ein hohes Vertrauen in die Simulationsergebnisse schafft. Während bei idealen Bauteilen jegliche parasitäre Korrekturen unterbleiben, ist bei S-Parameter-Daten oft unklar, unter welchen Bedingungen (Board-Parameter, De-Embedding, usw.) diese ermittelt wurden. Entsprechend Murphy's Gesetzen treffen diese niemals die eigenen Anforderungen.

**Zusammenfassung**

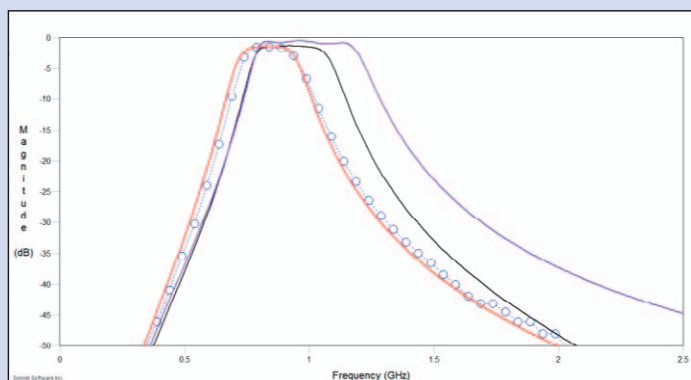
Mit der Modelithics CLR-Library steht dem Entwickler eine umfassende Bibliothek von passiven Bauteilen für die Simulation von gemischten Schaltungen in modernen EM-Simulatoren zur Verfügung. Die zeitaufwändige Charakterisierung von diskreten Bauteilen entfällt damit, und die Hauptursache für unge-



**Bild 4: 2D-Ansicht des Filters im Sonnet Geometrie-Editor**



**Bild 5: Vergleich der S11-Messung (blaue Kreise) mit Modelithics CLR (rot), S-Parametern (schwarz) und idealen L-C-Werten (lila)**



**Bild 6: Vergleich der S21-Messung mit Modelithics-CLR-Modellen (rot), S-Parametern (schwarz) und idealen L-C-Werten (lila)**

nügende Übereinstimmung von Messung und Simulation ist damit eliminiert. Neben Sonnet wird auch Ansys HFSS als EM-Tool durch Modelithics unterstützt.

**Referenzen:**

1. Application Note #37 - Performing Em-Circuit Co-Simulation With Modelithics Models using Sonnet Suites. (2010, September 23).
2. <https://www.modelithics.com/Literature/AppNote>, Related Files
3. Application Note #56 - Using Modelithics Models within Sonnet Suites ( Isabella Delgado, Modelithics, Shrikrishna Hegde, Sonnet Software)

Weitere Informationen finden Sie bei: Modelithics Inc. ([www.modelithics.com](http://www.modelithics.com)). Interessenten können dort eine Trialversion der CLR-Library für Sonnet anfordern.

■ TACTRON Elektronik  
[www.tactron.de](http://www.tactron.de)  
 Sonnet Software, Inc.  
[www.sonnetsoftware.com](http://www.sonnetsoftware.com)