

Spice Simulation eines Lautsprechers mit Thiele Small Parameter:

Mit Hilfe berechneter Parameter der Online Gehäuseberechnung (www.micka.de/org) kann das „Gehäuse-Lautsprecher“-System auch als elektrische Schaltung für die Spice Simulation verwendet werden. Diese Schaltung kann beliebig erweitert werden, z.B. mit Schwingspuleninduktivität, Frequenzweiche oder auch Baffle Step Kompensation. Als Ergebnis können dann entsprechend Schalldruckfrequenzgang, die Sprungantwort oder auch die Impedanz des Lautsprecher Systems simuliert werden.

Für die Simulation wird benötigt:

www.micka.de/org/download/spice-tsp.asc.zip (Spice File)

www.linear.com/designtools/software/ltspice.jsp (LTspice IV – Simulationsprogramm kostenlos)

Kenntnisse mit der Spice Simulation

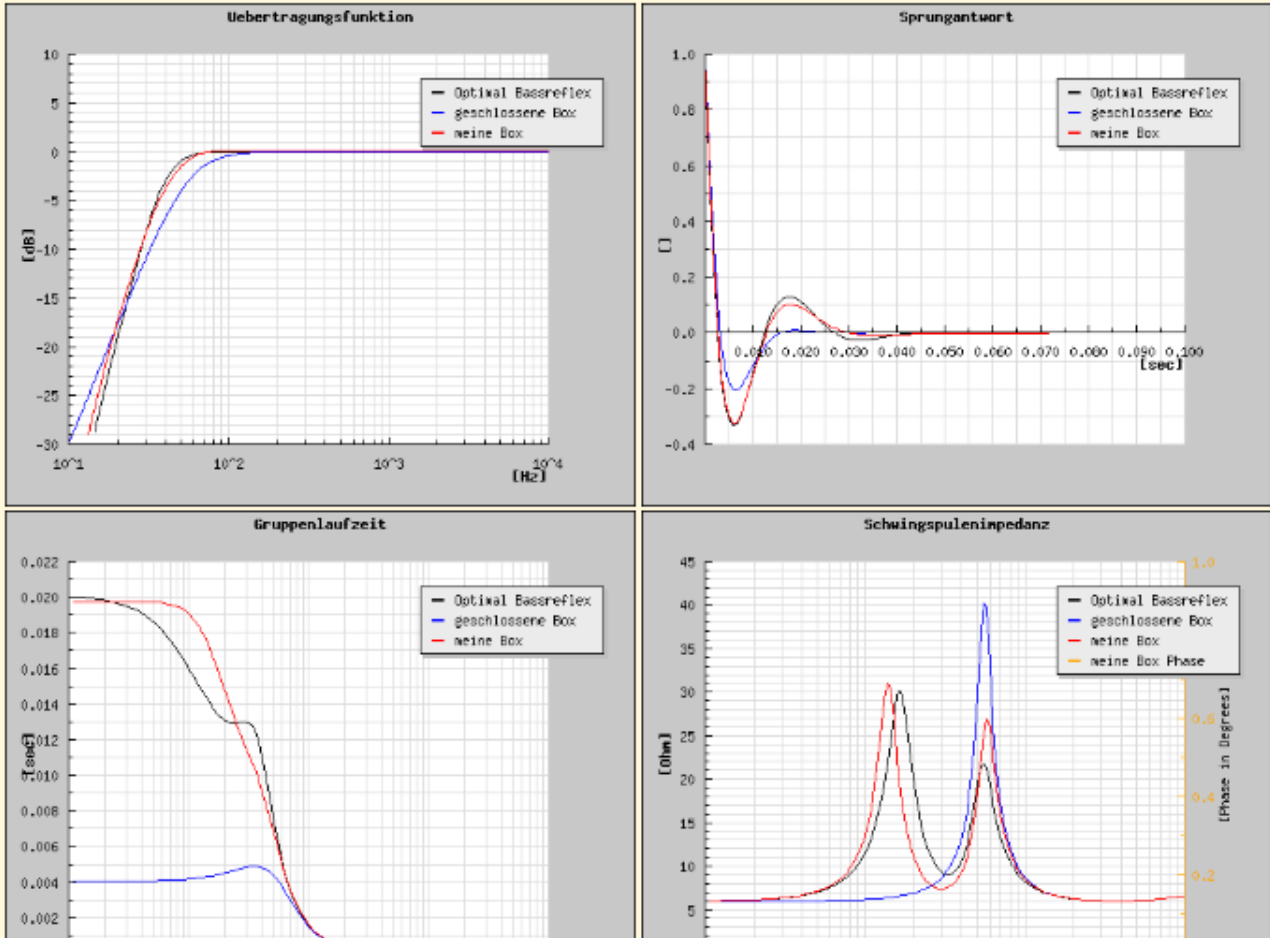
Beispiel einer Simulation:

Zunächst wird mit der Online Gehäuseberechnung (www.micka.de/org) begonnen:

Thiele Small Parameter	Gehäuse
<p>Anmerkung: Die Thiele/Small-Parameter können nur dann von Hand eingegeben werden, wenn bei der Lautsprecherwahl "Parametereingabe" gewählt wurde. Um Diagramme anzeigen zu können müssen die entsprechenden Eingabefelder grösser 0 sein!</p>	
<p>Lautsprecher: Parametereingabe</p>	
Resonanzfrequenz f_S (Hz): <input type="text" value="26"/>	Bassreflex
Äquivalentvolumen V_{AS} (Liter): <input type="text" value="109"/>	Güte Q_L : <input type="text" value="3 Gehäuse > 70 Liter"/>
Güte Q_{TS} : <input type="text" value="0.33"/>	Rohrdurchmesser r_d (cm): <input type="text" value="5"/>
mechanische Güte Q_{MS} : <input type="text" value="2.23"/> => $Q_{ES}=0.39$	Geschlossen
Schwingspulenwiderstand R_E (Ohm): <input type="text" value="5.96"/>	Gewünschte Systemgüte Q_{TC} : <input type="text" value="0.707"/>
Schwingspuleninduktivität L_E (mH): <input type="text" value="0.53"/>	($R_g=0$)
<hr/>	meine Box <input type="checkbox"/> Phasenverlauf der Impedanz
R_g (Ohm): <input type="text"/> => $Q_E=0.39$ => $Q_T=0.33$	Gehäusevolumen V_g (Liter): <input type="text" value="40"/>
	Rohrdurchmesser (cm): <input type="text" value="6"/> => (28.27 cm ²)
	Kanallänge (cm): <input type="text" value="18"/>
	Güte Q_L : <input type="text" value="4.5"/>
	Lufttemperatur (°C): <input type="text" value="20"/> => c_{Luft} : (343.5 m/s)
	<input type="button" value="berechnen"/>

Thiele Small Parameter und „meine Box“ Felder ausfüllen, dann berechnen.

Ergebnis:	Bassreflex	Geschlossen unbedämpft	meine Box	meine Box Parameter für Spice Simulation
Gehäusevolumen	56.09 Liter	30.42 Liter	40.00 Liter	$f_s=26.00$ Hz $V_B=40.00$ Liter
Resonanzfrequenz	34.35 Hz	55.66 Hz	30.72 Hz	$V_{AS}=109.00$ Liter $Q_L=4.50$
Grenzfrequenz	39.91 Hz	55.71 Hz	42.65 Hz	$Q_{TS}=0.33$ $h=1.18$
Rohrdurchmesser	5 cm (19.63 cm ²)	---	6 cm (28.27 cm ²)	$Q_{MS}=2.23$
Kanallänge	5.20 cm	---	18.00 cm	$R_E=5.96$ Ohm
Wirkungsgrad	0.48 %	0.48 %	0.48 %	$L_E=0.53$ mH
Kenschalldruck (SPL)	88.78 dB/W/m	88.78 dB/W/m	88.80 dB/W/m	$R_g=0.00$ Ohm



Rechts oben werden alle notwendigen Parameter für die Spice Simulation angezeigt.

Spice File mit LTspice öffnen, obige Parameter in :

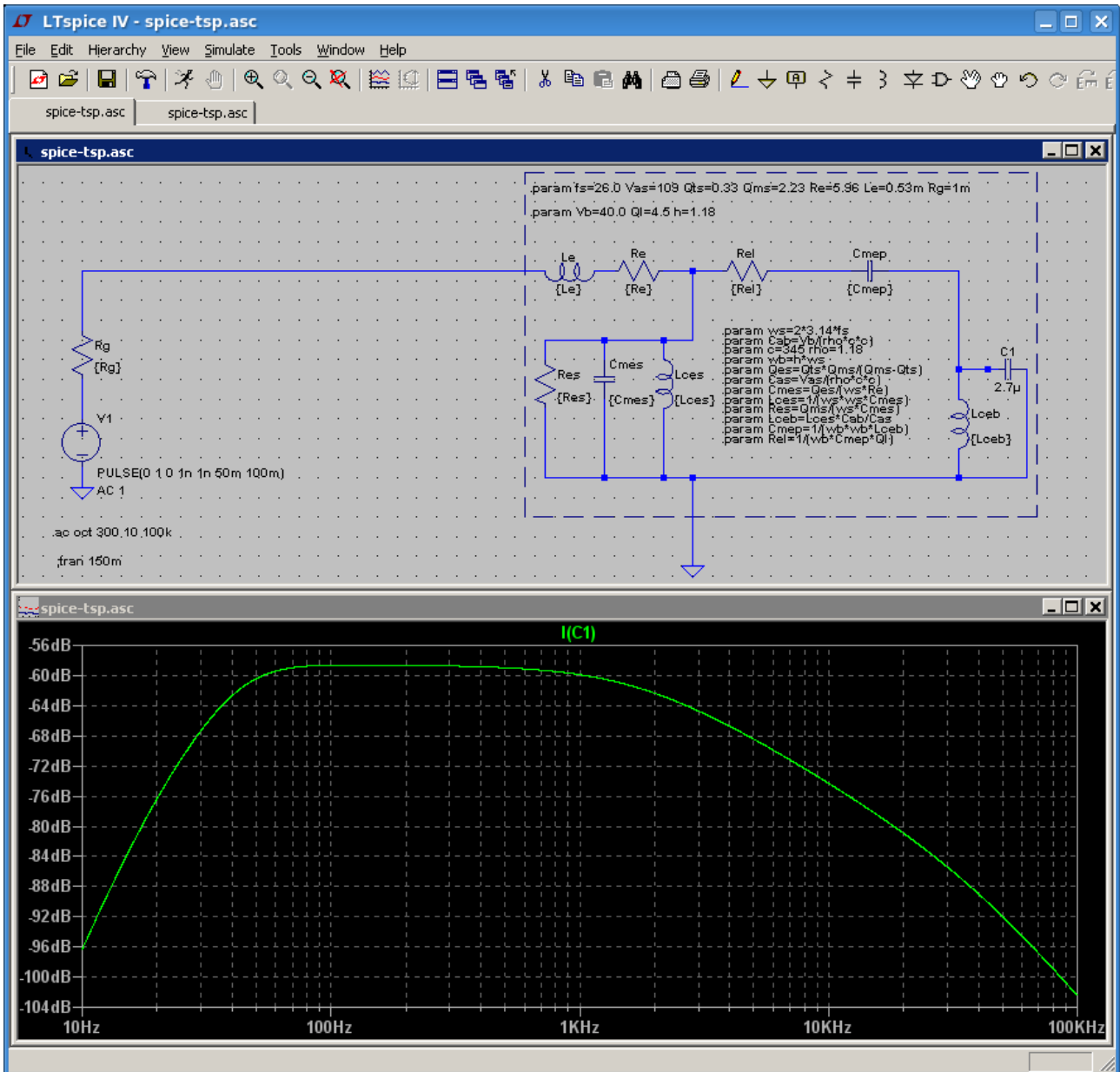
```
.param fs=26.0 Vas=109 Qts=0.33 Qms=2.23 Re=5.96 Le=0.53m Rg=1m
```

und

```
.param Vb=40.0 Ql=4.5 h=1.18
```

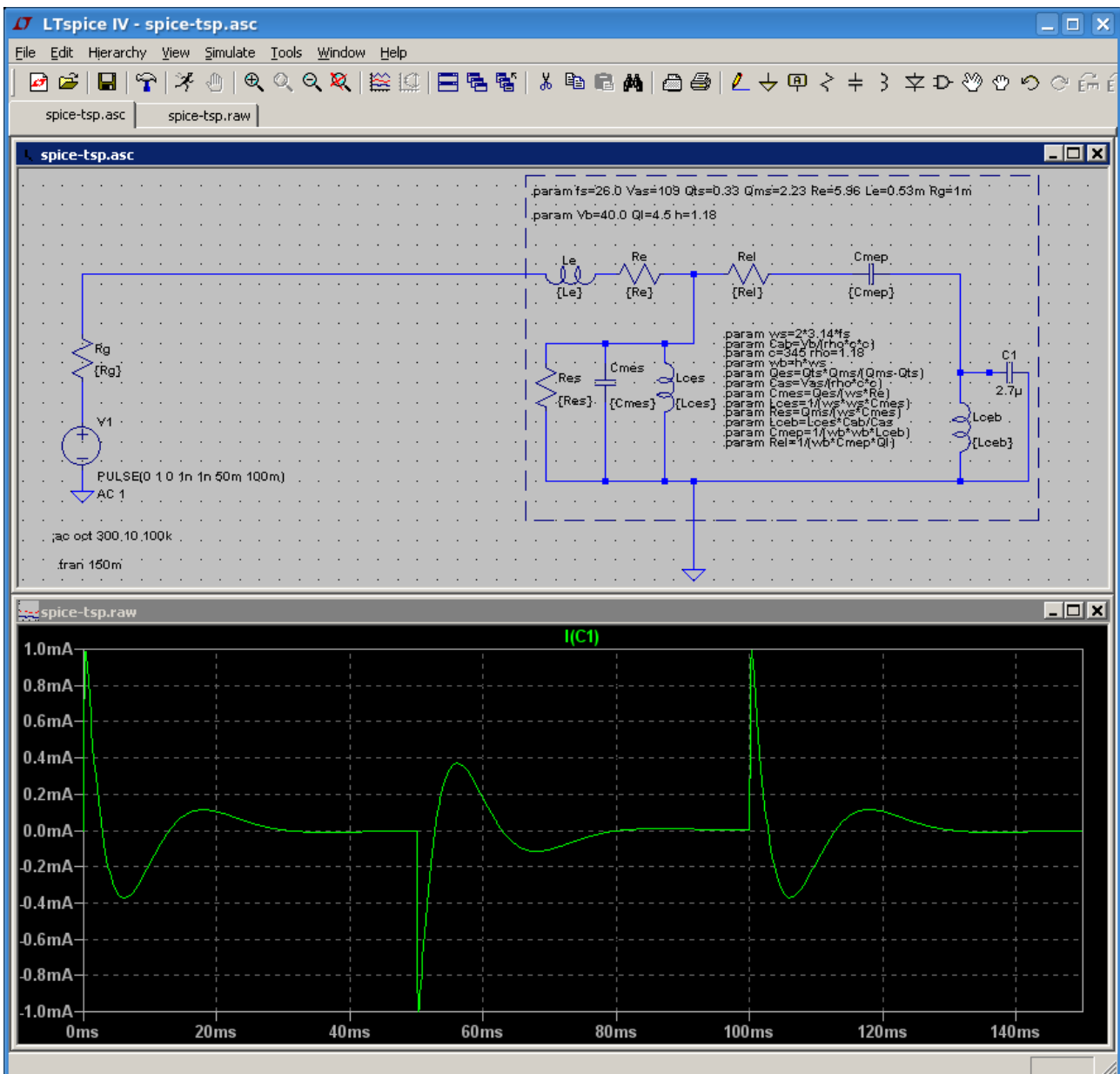
entsprechend eingeben.

Um den Frequenzgang des Schalldrucks zu ermitteln muss eine „AC Analysis“ durchgeführt werden:



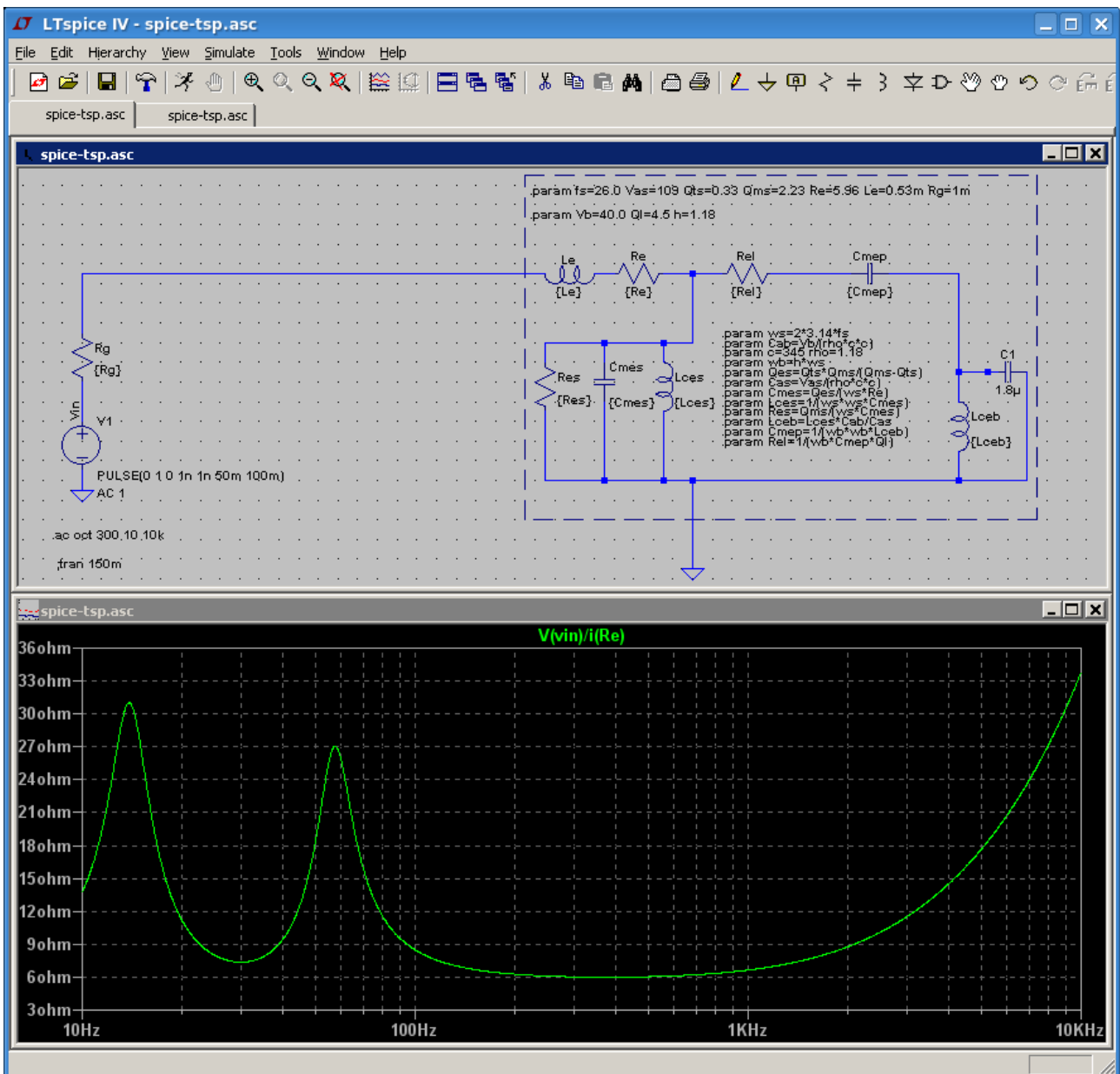
Der Strom durch den Kondensator C1 entspricht dem Schalldruck. Der Schalldruckabfall (ab etwa 1kHz) wird hier von der Schwingspuleninduktivität Le hervorgerufen.

Um eine Sprungantwort zu erhalten, muss eine „Transient Analysis“ gestartet werden:



Der Wert von C1 kann verändert werden, muss aber klein sein, um keinen Einfluss auf die Schaltung zu bewirken.

Hier noch eine Simulation die den Impedanzverlauf des Lautsprecher-Systems zeigt:



Viel Spaß!

Jürgen Micka juergen@micka.de

© 2009

www.micka.org bzw. www.micka.de/org