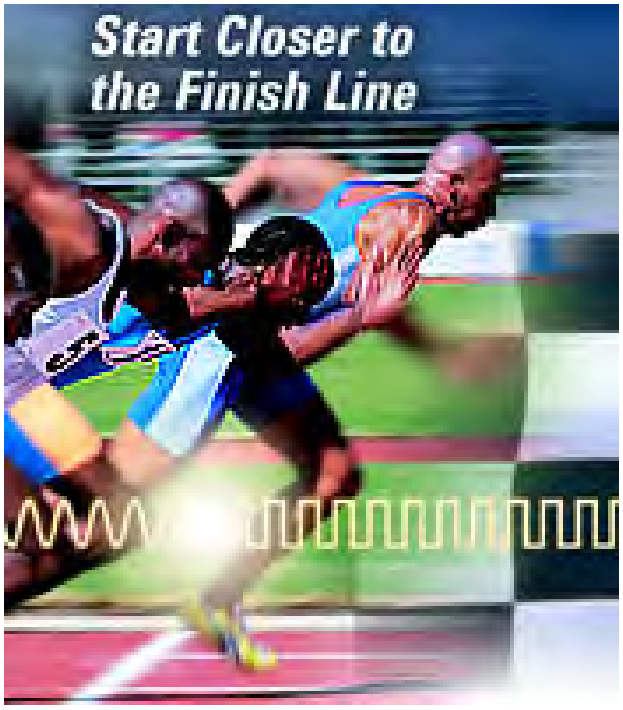
ADS 2012

Übungen für den Einstieg in ADS



Übung Nr. 1: Curvetracer für BJT (1_Curvetracer_wrk) 2
Übung Nr. 2: NF-Kleinsignalverstärker (2_AF_Amp_wrk) 9
Übung Nr. 3: S-Parameter- und EM-Simulation, Tiefpassfilter (3_MS_LP_wrk) 21
Weitere Dokumente 39

Übung Nr. 1: Curvetracer für BJT (1_Curvetracer_wrk)

Es sind drei Schaltungen zur Simulation und Darstellung der drei Kennlinien

A) $I_C = f(U_{BE})$ mit $U_{CE} = 12V$

B) $I_C = f(I_B)$ mit $U_{CE} = 12V$

und

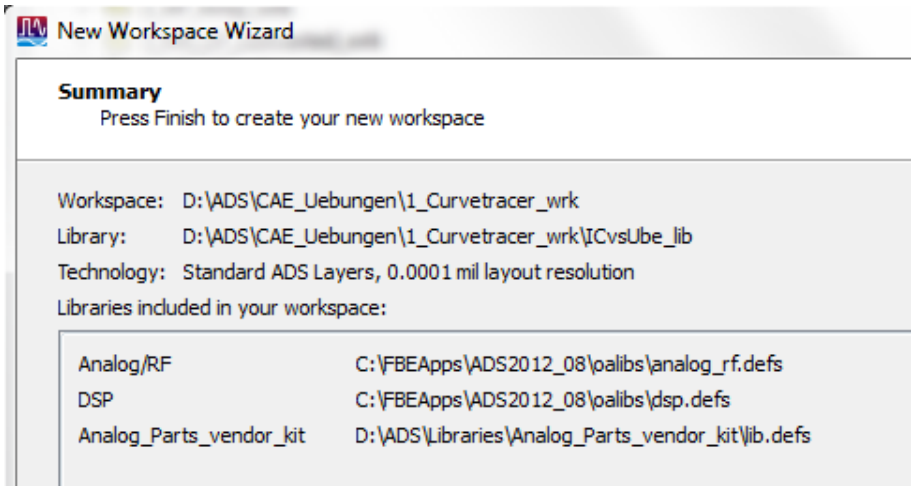
C) $I_C = f(U_{CE})$ mit $I_B = 0, 10, 20, \ldots 100uA$

des Transistors BC547B aufzubauen.

Step by Step:

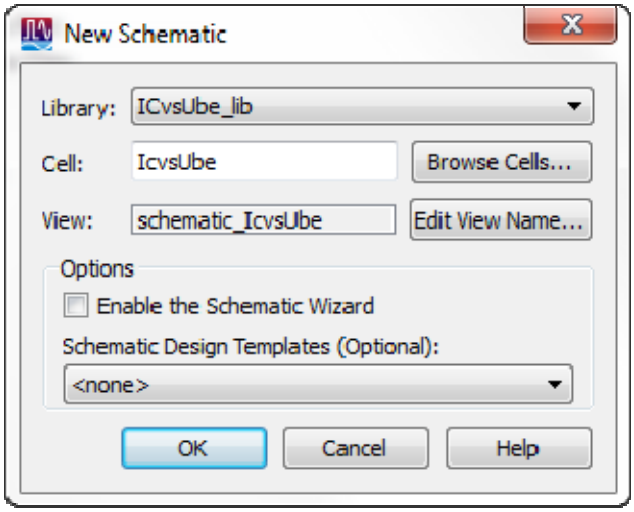
A) $I_C = f(U_{BE})$ mit $U_{CE} = 12V$

a) Erstellen Sie in Ihrem Directory „ADS“ ein neues **Workspace** mit mit dem Namen **1_Curvetracer_wrk** und der **Library** mit dem Namen **IcvsUbe_lib**
(Student Quick Reference Guide, Part 1, S5)

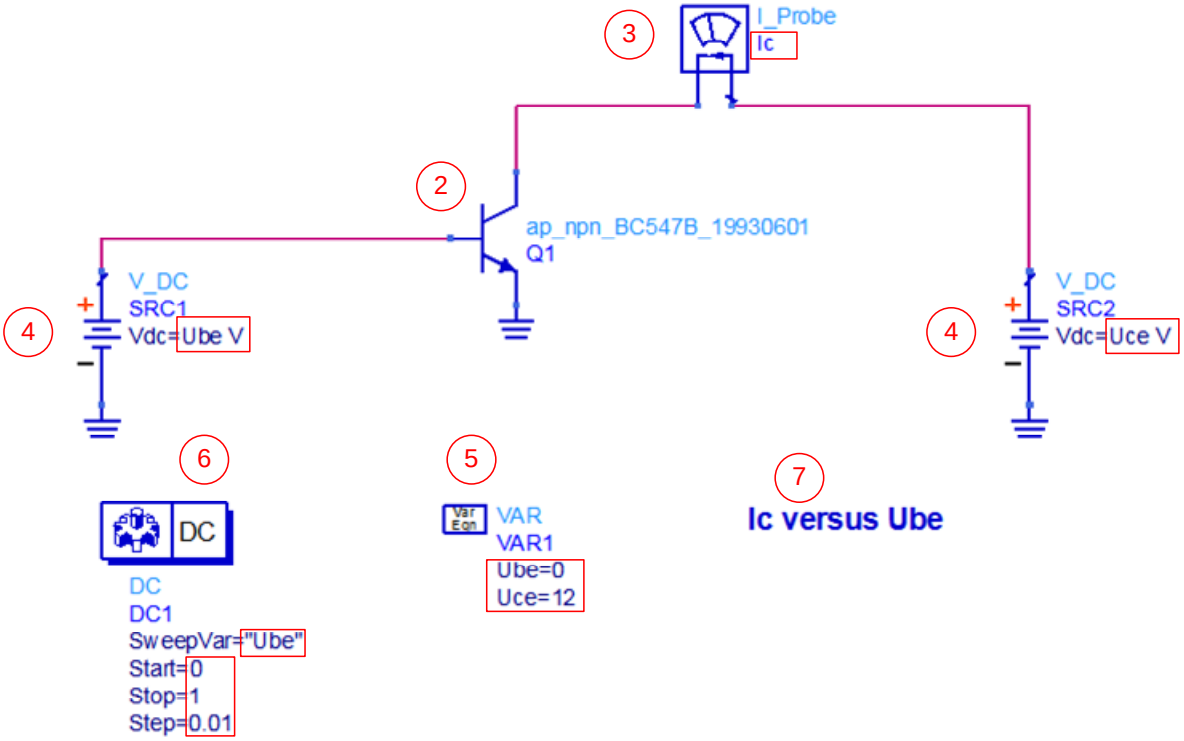


b)

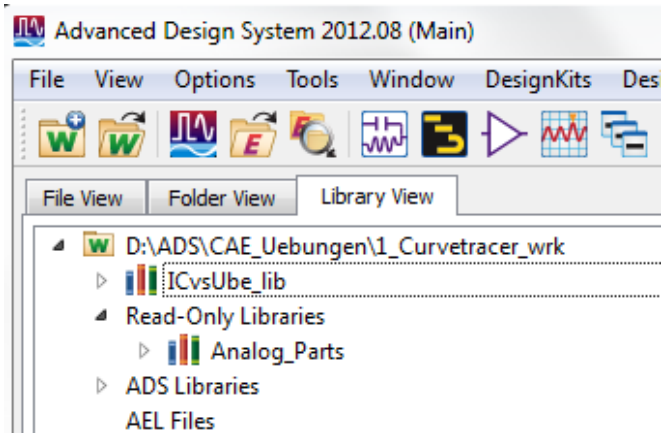
- Erstellen Sie in der Library IcvsUbe in einer neuen **Cell** mit dem Namen **IcvsUbe** ein **Schema** mit dem Namen **schematic_IcvsUbe**
(Student Quick Reference Guide, Part 1, S9)



- Zeichnen Sie im „Schematic View“ die Messchaltung, fügen Sie eine DC-Simulation, die Variablendeklaration und komentierenden Text hinzu.
- Definieren Sie alle Parameter und Variablen gemäss Beispiel.



1) Verwenden Sie den Transistor BC547B. Sein nichtlineares Modell ist in der mitgelieferten Vendor Component Library **Analog_Parts**. Fügen Sie diese Library dem Workspace hinzu.
(Student Quick Reference Guide, Part 1, S12)



2) **Component > Component Library** ... oder

BC547B in Schema einfügen
Komponenten-Text verschieben:
Edit > Component > Move Component Text oder **F5**

3) Component Palette List „**Probe Components**“

Benennen Sie das Amperemeter (I_Probe) mit dem Elementnamen **Ic**. Dies vereinfacht in der Datendarstellung die Auswahl und Bezeichnung des Kollektorstromes. Achten Sie auf die Stromrichtung (ev. Spiegeln um y-Achse).

4) Component Palette List „**Sources-FreqDomain**“ oder „**Sources-TimeDomain**“

Definieren Sie alle Parameter und Variablen gemäss Beispiel.

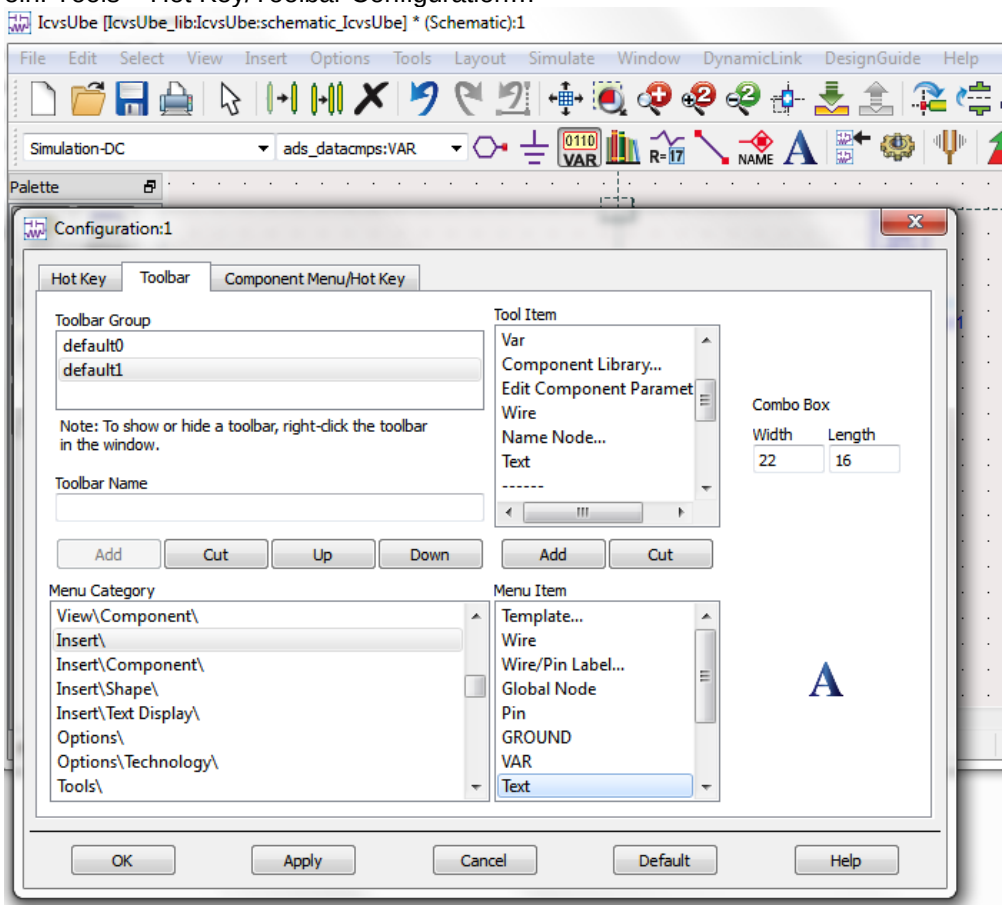
Component Parameter editieren: Direkt auf Schema oder Doppleklick auf Element

5) Component Palette List „**Data Items**“ oder

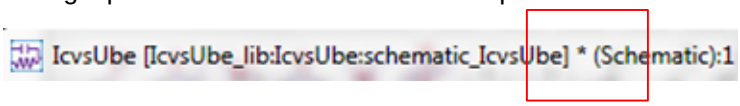
6) Component Palette List „**Simulation-DC**“

7) Beschreibender Text:

Da Text in Schemas häufig verwendet wird, fügen Sie einen Button in der Toolbar ein: Tools > Hot Key/Toolbar Configuration…



- Speichern Sie das Schema .
  Nicht gespeicherte Views weisen in der Kopfzeile einen Stern auf.

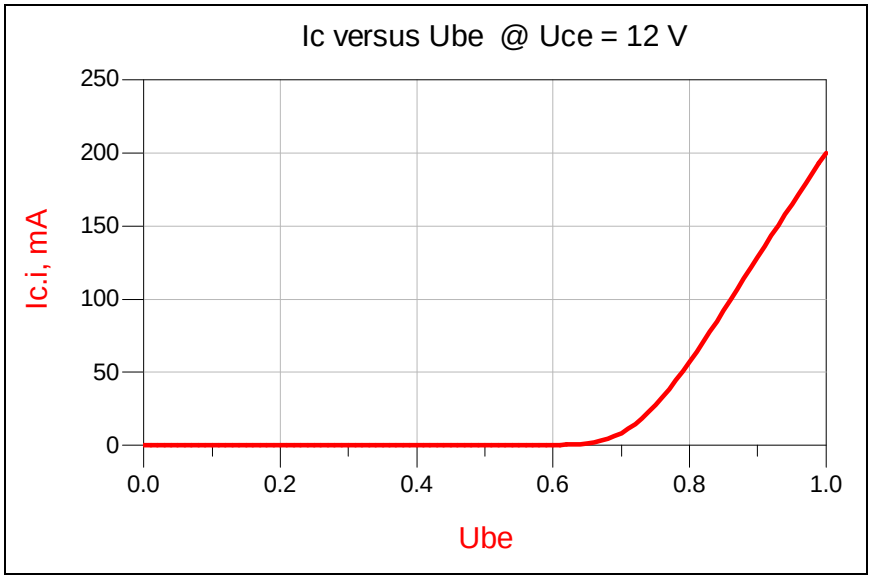


- Simulation starten oder F7

c) Neues Daten Dispay öffnen
(je nach Defaulteinstellung wird nach der Simulation automatisch ein Daten Display geöffnet)

- Rectangular Plot einfügen (Student Quick Reference Guide, Part 1, S19)
  Als Trace Ic auswählen. Für die unabhängige Variable (x-Achse) wird automatisch Ube gewählt, da dies der Sweep-Parameter in der Simulation ist.

- Data Display formatieren, beschriften, etc.

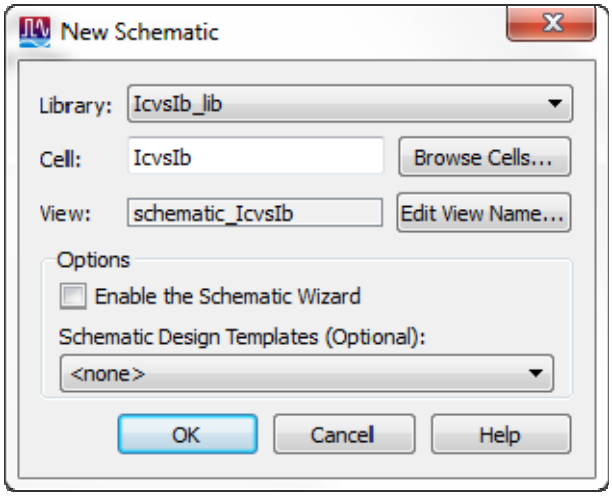


Ströme werden im Dataset immer mit „Variablenname.i“ bezeichnet.

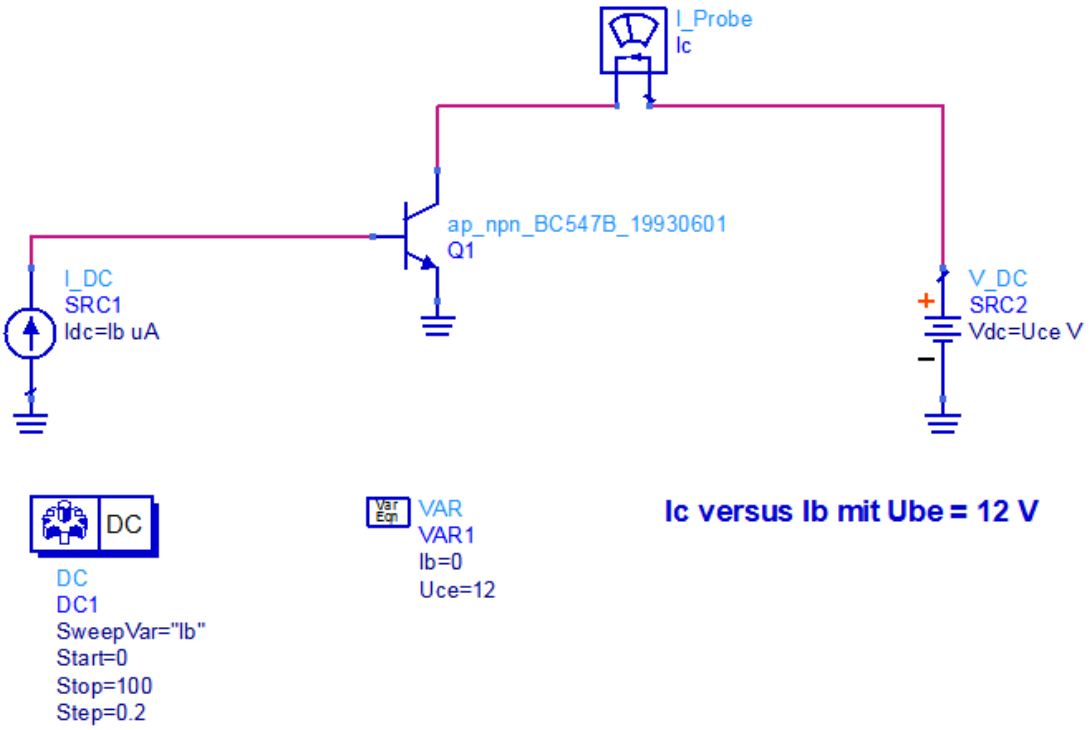
- Data Display speichern

B) $I_C = f(I_B)$ mit $U_{CE} = 12V$

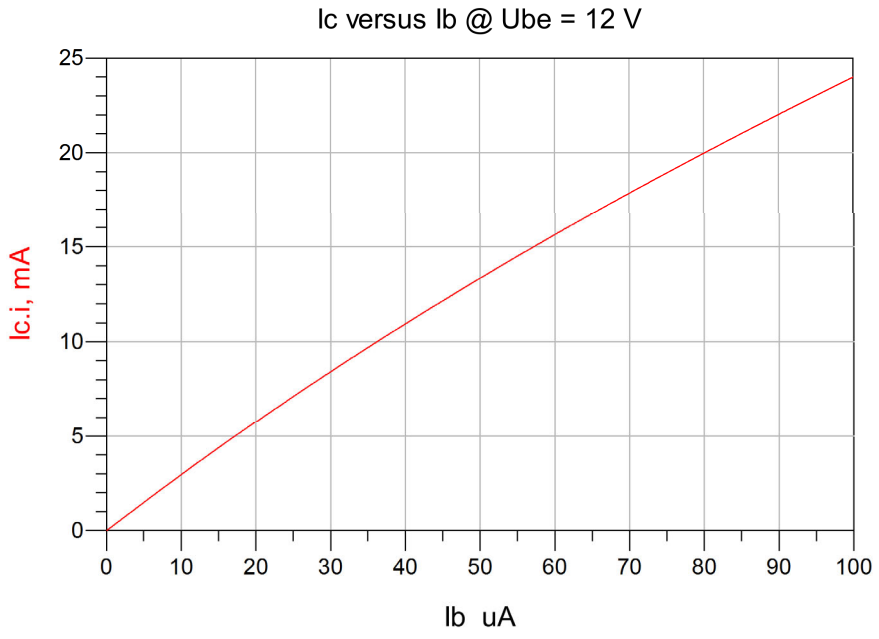
- Erstellen Sie eine neue Library mit dem Namen **IcvsIb_lib**: (Main) File > New > Library
- Erstellen Sie in der Library IcvsUbe in einer neuen **Cell** mit dem Namen **IcvsIb** ein **Schema** mit dem Namen **schematic_IcvsIb**
  (Student Quick Reference Guide, Part 1, S9)



- Erstellen Sie das Schema mit allen Angaben. Dies geschieht am einfachsten, wenn Sie im Schema IcvsUbe alles markieren, in den Buffer kopieren (Ctrl-C), im neuen Schema einfügen (Ctrl-V) und hier die entsprechenden Änderungen vornehmen.



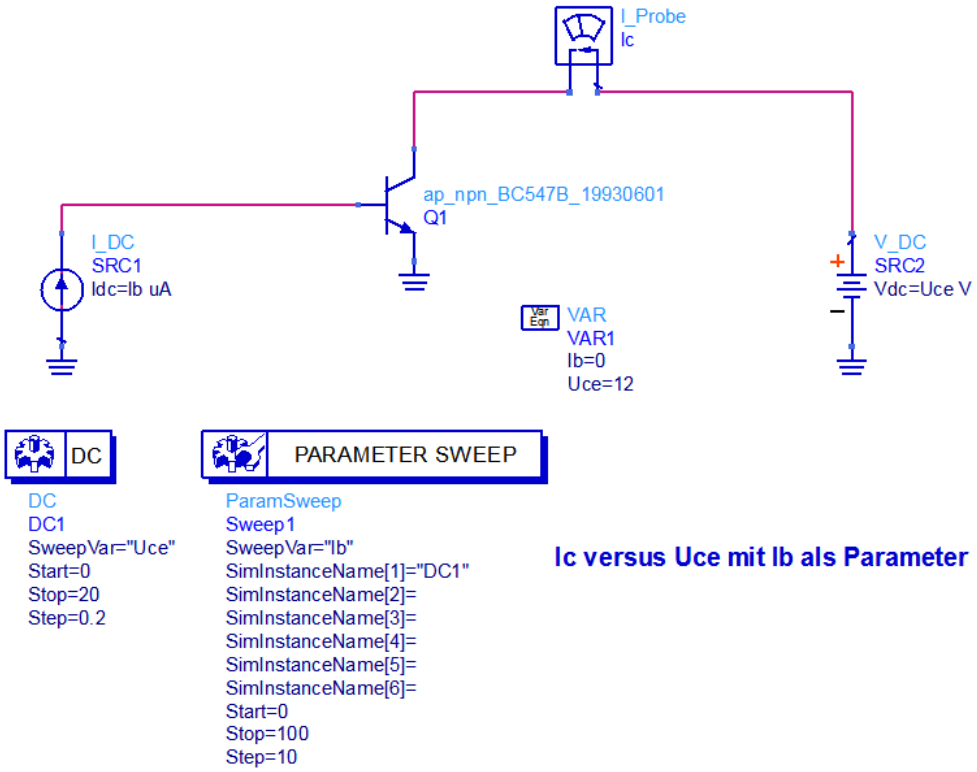
- Simulieren, neues Daten Display erstellen, abspeichern



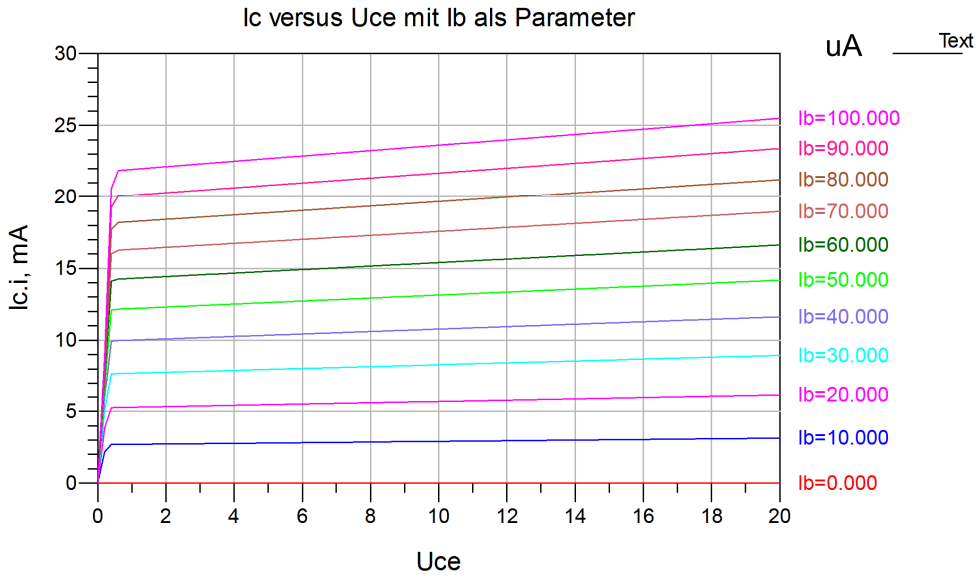
C) $I_C = f(U_{CE})$ mit $I_B = 0, 10, 20, ... 100uA$

- Erstellen Sie eine neue Library mit dem Namen **IcvsUce_lib**: (Main) File > New > Library
- Erstellen Sie in der Library IcvsUbe in einer neuen **Cell** mit dem Namen **IcvsUce** ein **Schema** mit dem Namen **schematic_IcvsUce**
- Erstellen Sie das Schema mit allen Angaben.

  Hier wird für den Basisstrom ein Parameter-Sweep aufgesetzt. Für jeden im Parameter-Sweep definierten Step wird die DC-Analyse durchgeführt und die Resultate ins Dataset geschrieben. Es entsteht somit ein mehrdimensionales Dataset.



- Simulieren, neues Daten Display erstellen, speichern

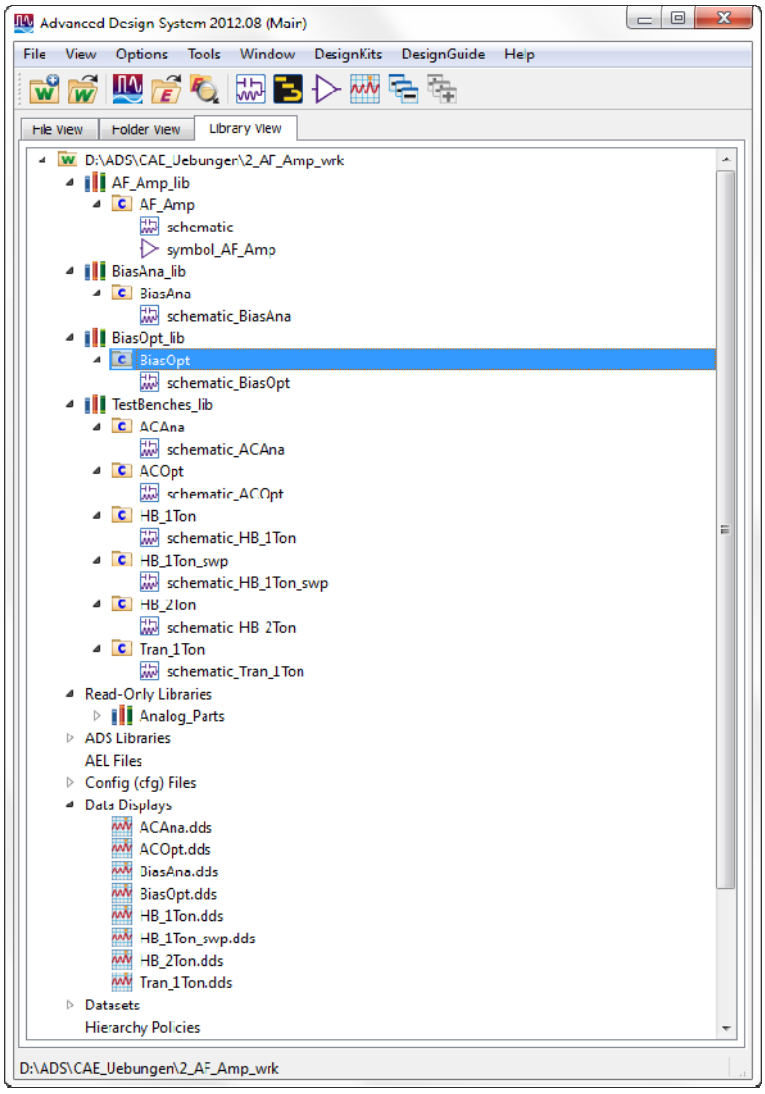


Übung Nr. 2: NF-Kleinsignalverstärker (2_AF_Amp_wrk)

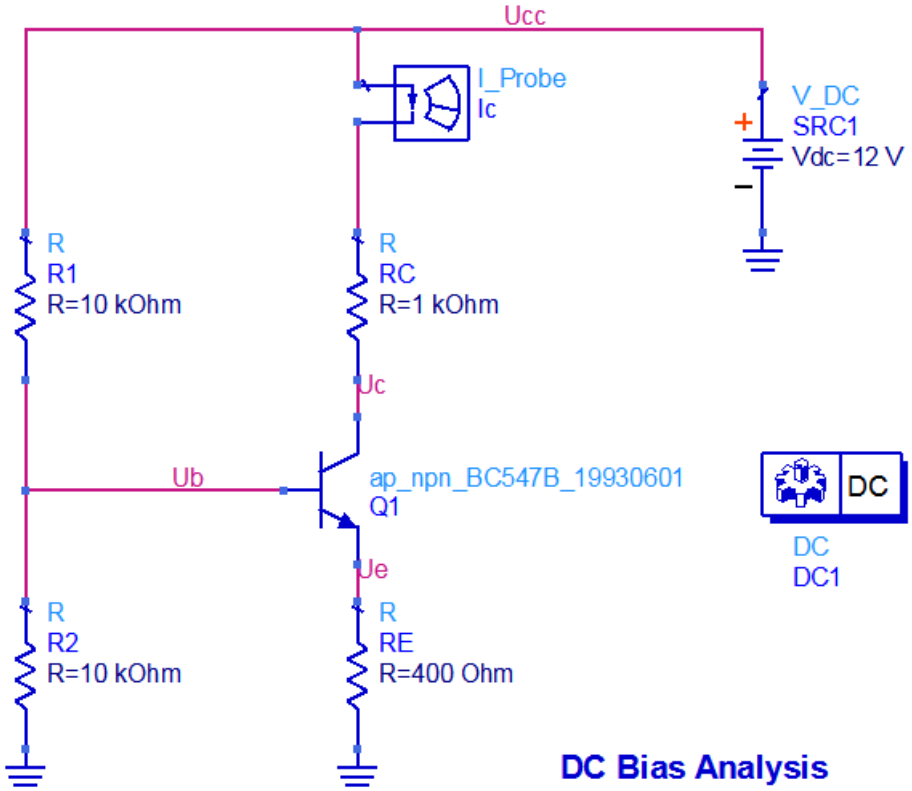
Es sind verschiedene Simulation und Darstellung der Simulationsresultate am Beispiel eines NF-Kleinsignalverstärkers vorzunehmen:

1. DC-Arbeitspunktanalyse
2. Optimierung der Basisspannungsteilerwiderstände für gegebenen DC-Arbeitspunkt
3. AC-Kleinsignalanalyse mit Darstellung des Bodediagramms
4. Optimierung der Gegenkopplung auf gewünschte Verstärkung
5. Simulation der Nichtlinearitäten mit Harmonic-Balance
   5.1. Eintonaussteuerung
   5.2. Zweitonaussteuerung
6. Transientensimulation

Workspace-Hierarchie:



1. DC-Arbeitspunktanalyse



DC Bias Analysis

Ub	Uc	Ue	Ucc	Ic.i
4.203 V	3.638 V	3.489 V	12.00 V	8.362 mA

Eqn Pbat=abs(Ucc*SRC1.i) (Batterieleistung)

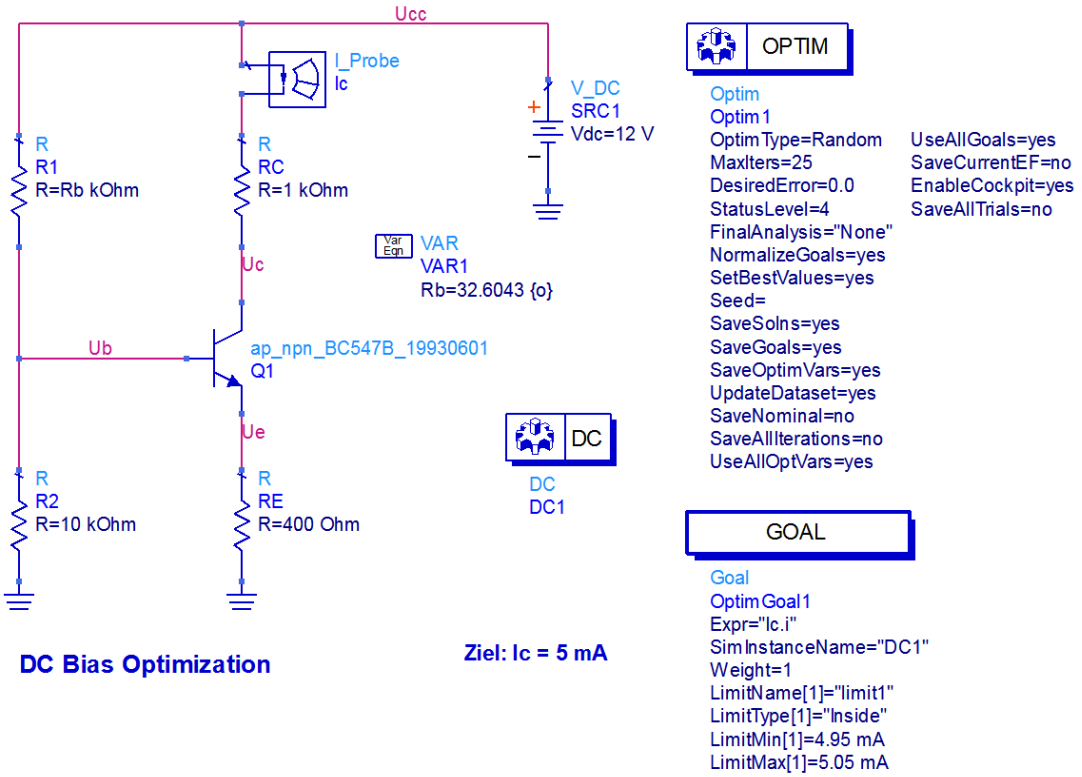
Eqn Pc=abs((Uc-Ue)*Ic.i) (Kollektorverlustleistung)

Pbat _Watt	Pc _Watt
0.110	0.001

2. Optimierung der Basisspannungsteilerwiderstände für gewünschten DC-Arbeitspunkt

Im Basisspannungsteiler soll Rb so verändert werden, dass ein Kollektorstrom vom 5 mA resultiert.

Siehe auch „Student Quick Reference Guide, Part 1, 6. ADS Optimization Cockpit“.



DC Bias Optimization

Werte nach der Optimierung:

Ub	Uc	Ue	Ucc	Ic.i	Rb _kOhm
2.678 V	7.033 V	1.994 V	12.00 V	4.967 mA	32.604

Eqn Rb=OPTIM.Rb (Rb in kOhm after Optimization)

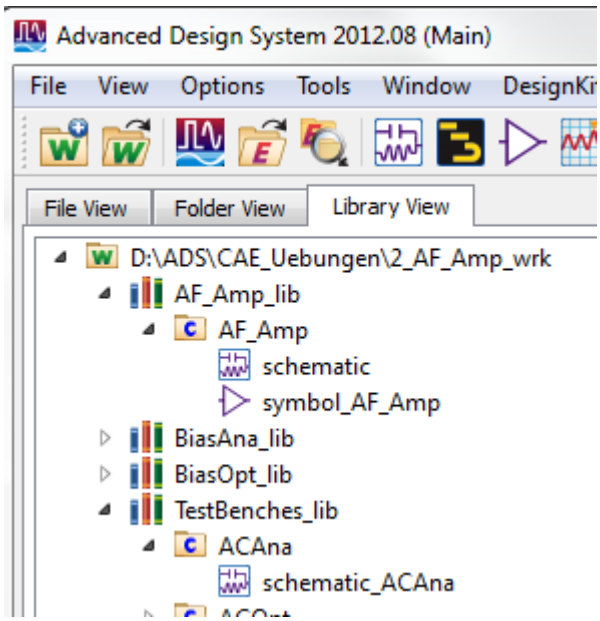
Eqn Pbat=abs(Ucc*SRC1.i) (Batterieleistung)

Eqn Pc=abs((Uc-Ue)*Ic.i) (Kollektorverlustleistung)

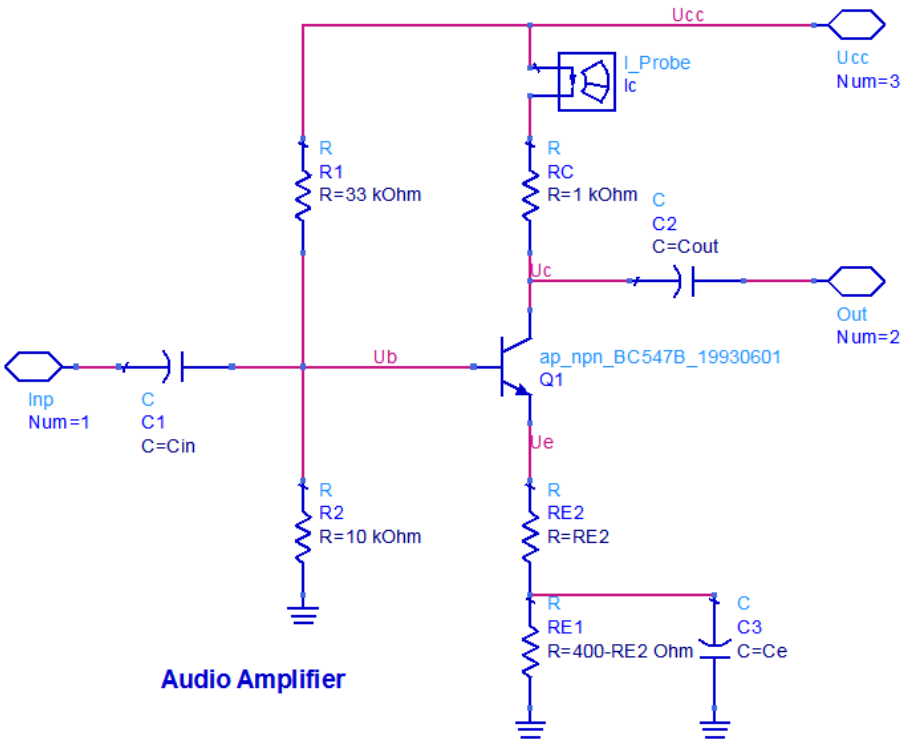
Pbat _Watt	Pc _Watt
0.063	0.025

3. AC-Kleinsignalanalyse mit Darstellung des Bodediagramms

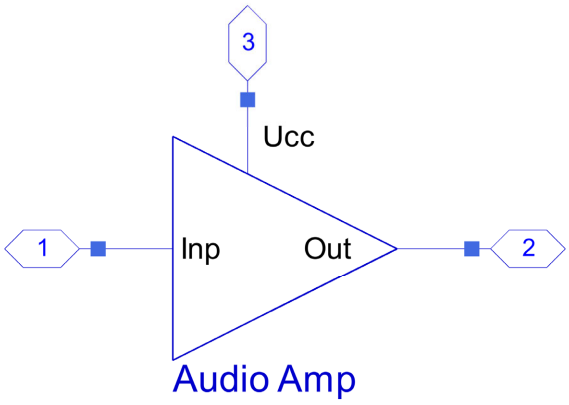
Wir erstellen das Schema des Verstärkers und das zugehörige Symbol (Subcircuit) in einer Library „AF_Amp_lib“ und alle Simulationsschaltungen in einer Library „TestBenches_lib“.



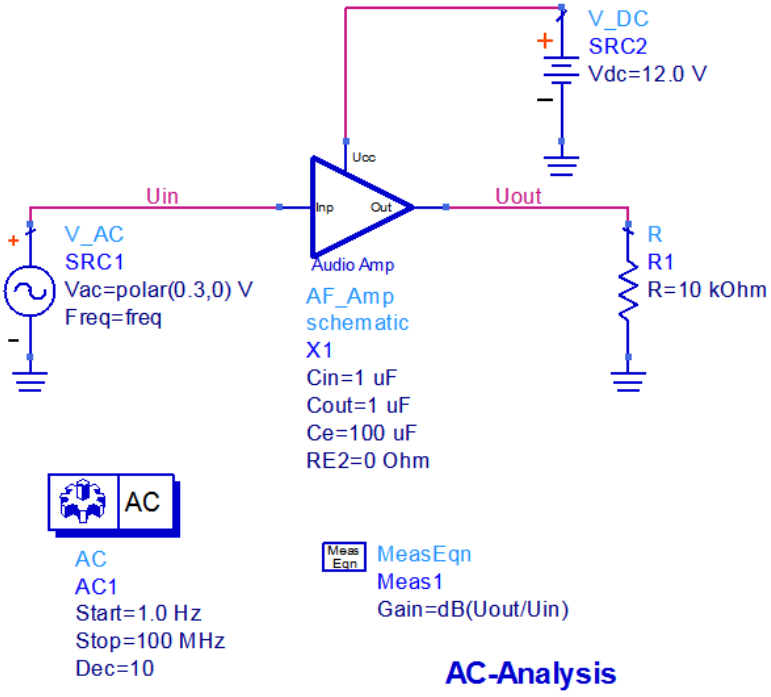
„schematic“:



„symbol_AF_Amp“:

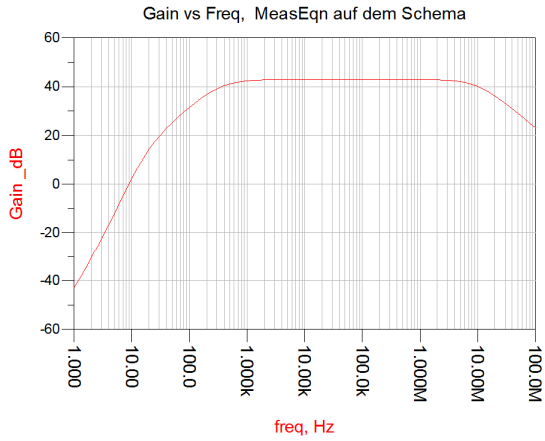


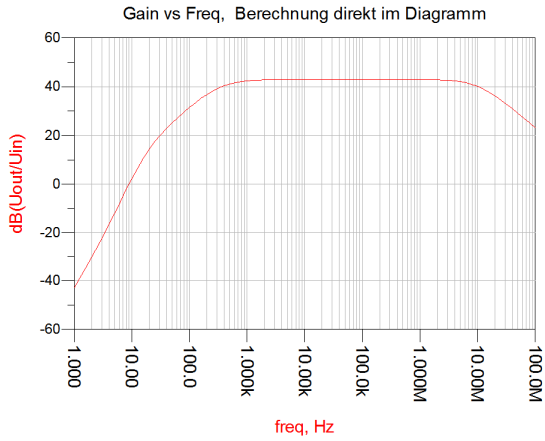
„schematic_ACAna“:

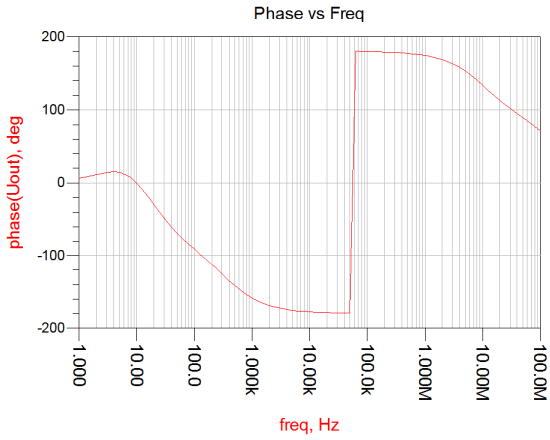


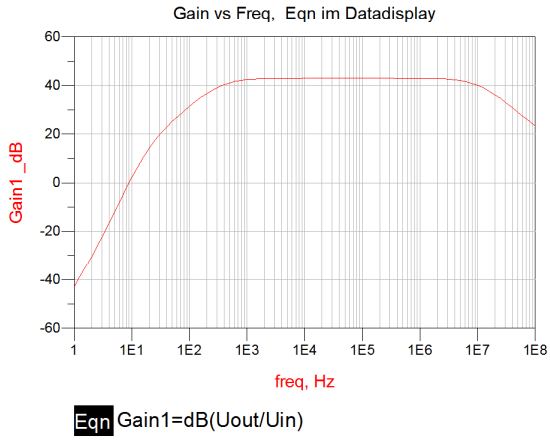
Es gibt drei Möglichkeiten um die Verstärkung (oder andere zu berechnende Grössen) im Datadisplay darzustellen:

- MeasEqn auf dem Schema
- Eqn im Datadisplay
- Berechnung direkt im Diagramm


Gain vs Freq, MeasEqn auf dem Schema
Gain_dB
60
40
20
0
-20
-40
-60
1.000
10.00
100.0
1.000k
10.00k
100.0k
1.000M
10.00M
100.0M
freq, Hz

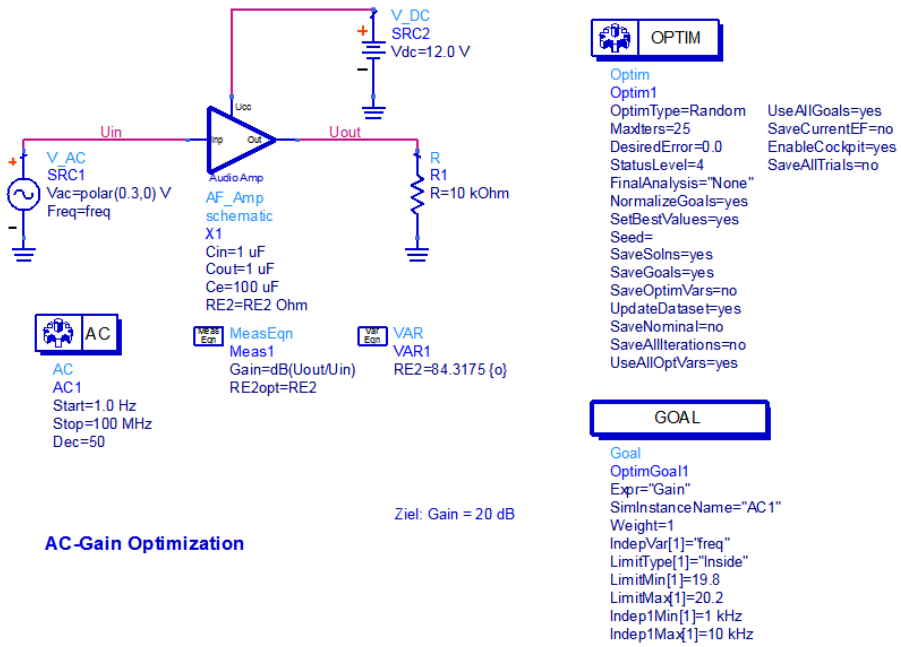

Gain vs Freq, Berechnung direkt im Diagramm
dB(Uout/Uin)
60
40
20
0
-20
-40
-60
1.000
10.00
100.0
1.000k
10.00k
100.0k
1.000M
10.00M
100.0M
freq, Hz

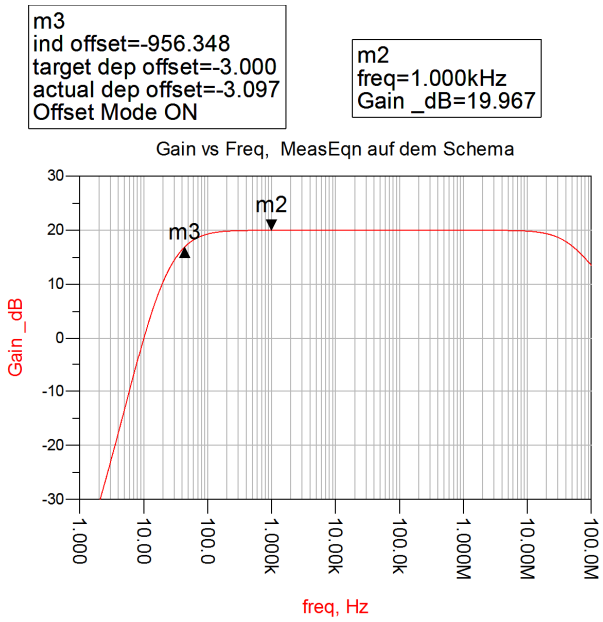

Phase vs Freq
phase(Uout), deg
200
100
0
-100
-200
1.000
10.00
100.0
1.000k
10.00k
100.0k
1.000M
10.00M
100.0M
freq, Hz


Gain vs Freq, Eqn im Datadisplay
Gain1_dB
60
40
20
0
-20
-40
-60
1
1E1
1E2
1E3
1E4
1E5
1E6
1E7
1E8
freq, Hz
Eqn Gain1=dB(Uout/Uin)

AC Analysis

4. Optimierung der Gegenkopplung auf gewünschte Verstärkung





Eqn RE1=400-RE2opt

RE2opt	RE1
84.317	315.683

Eqn fu=indep(m2)+indep(m3)

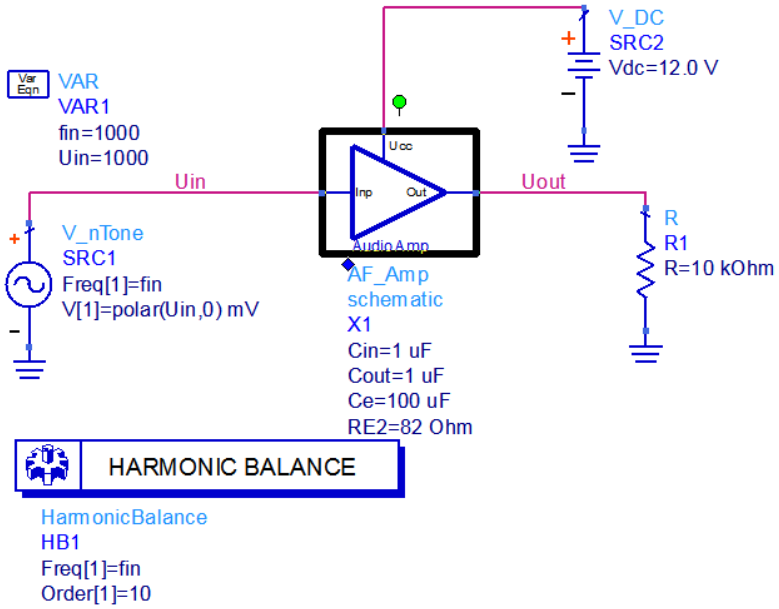
fu
43.652

untere Grenzfrequenz

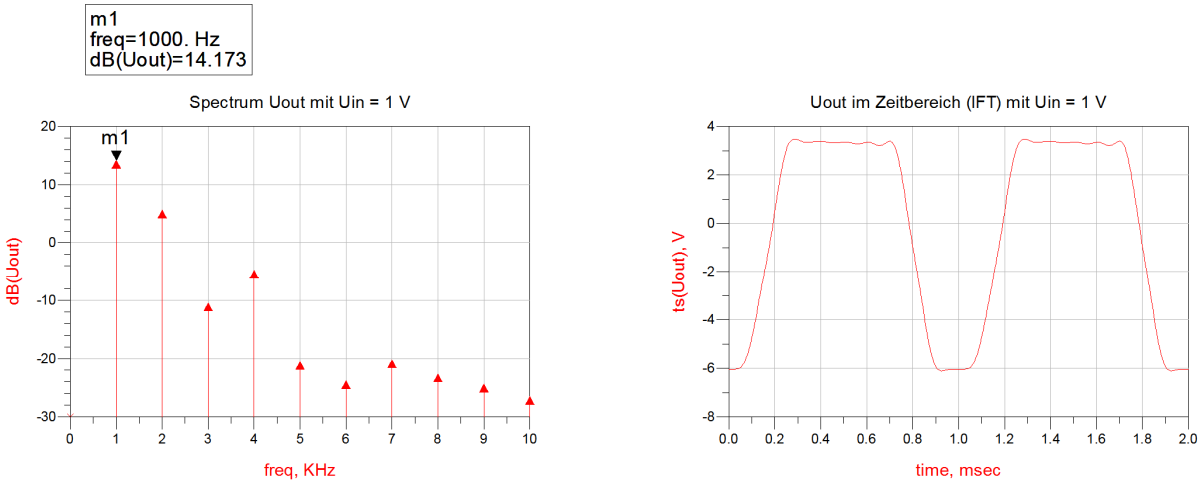
AC Gain Optimization to 20 dB

5. Simulation der Nichtlinearitäten mit Harmonic-Balance

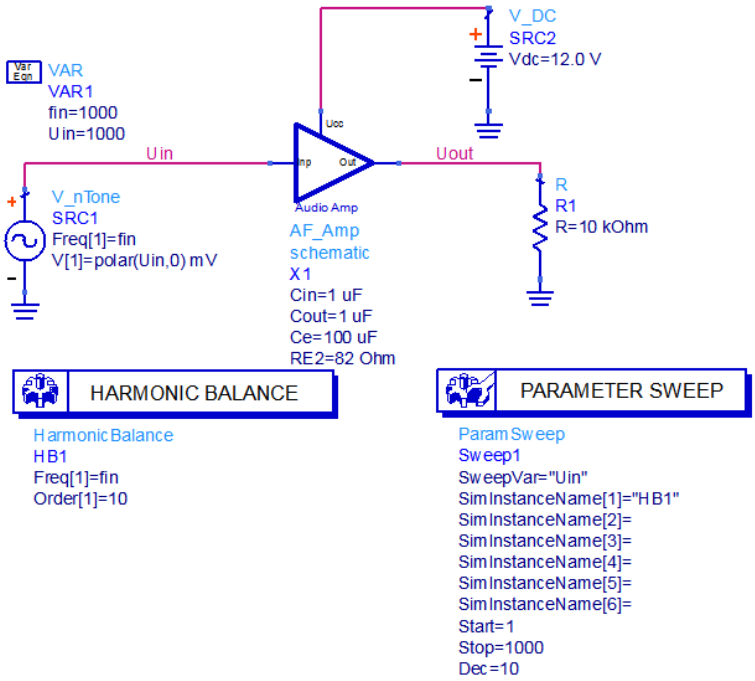
5.1. Eintonaussteuerung



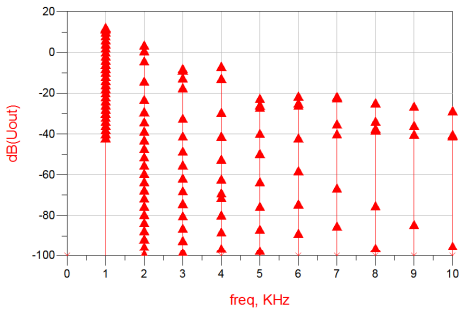
Harmonic Balance mit 1-Ton Aussteuerung

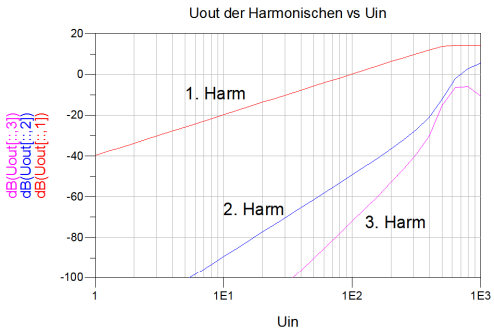


HB 1 Ton Simulation



Harmonic Balance mit 1-Ton Aussteuerung, Sweep Uin = 0...1000 mV



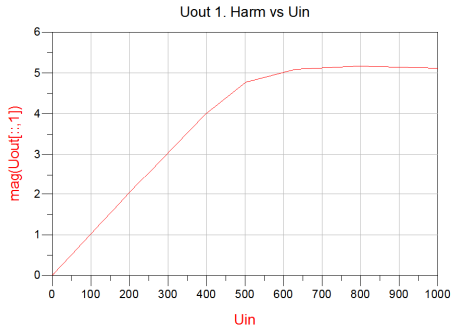


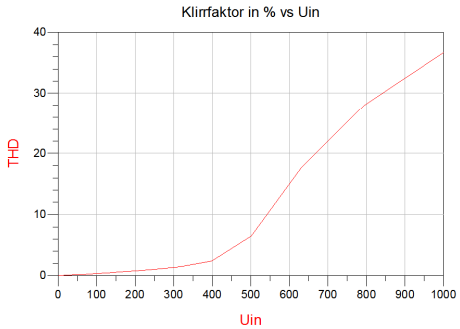
Berechnung des Klirrfaktors k (THD) in %:

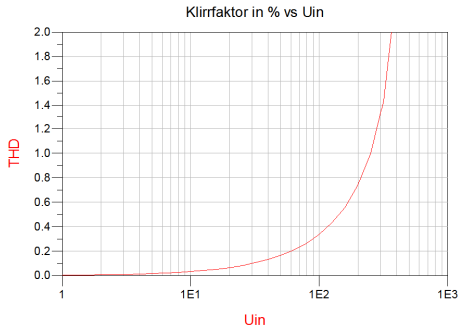
Eqn Zaehler=sum(Uout[::,2::10]**2)

Eqn Nenner=sum(Uout[::,1::10]**2)

Eqn THD=100*sqrt(Zaehler/Nenner)





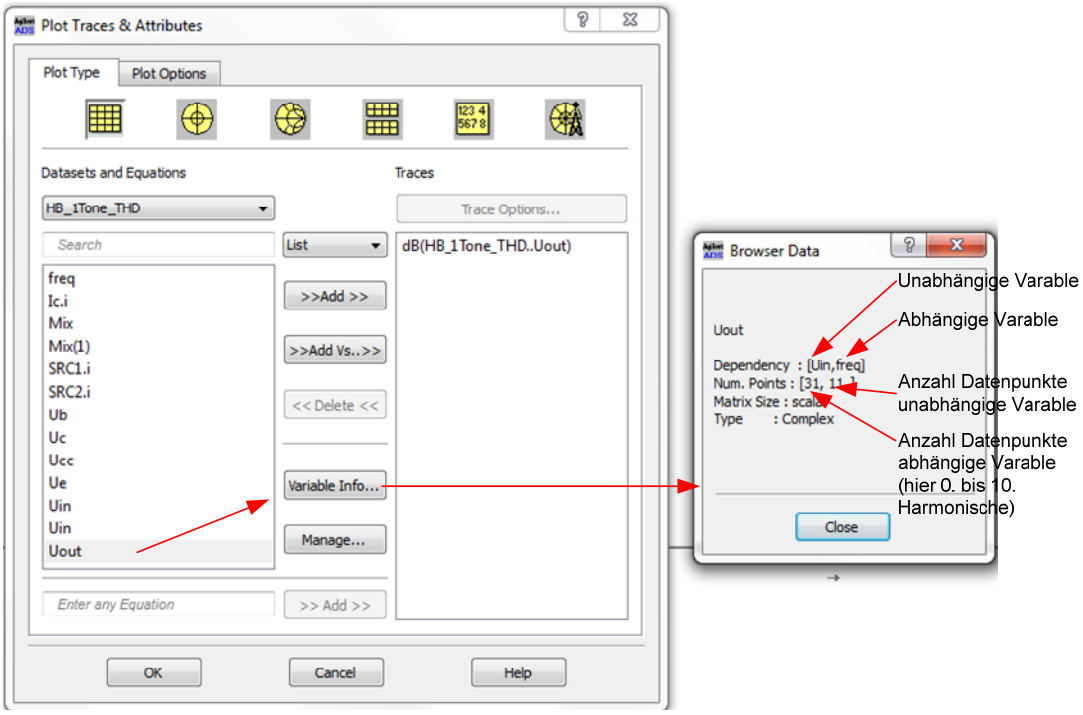


HB 1 Ton Simulation mit Sweep Uin = 0...1000 mV

Anmerkung zum Inhalt des Dataset und die Verwendung der Daten:

Das Dataset das durch die Simulation erzeugt wird, enthält die Datenwerte der Variablen. Der Aufbau des Datenset und die Verwendung der Daten wird an obigem Beispiel erläutert:

Inhalt und Aufbau des Dataset können abgefragt werden:



Sollen im Diagramm oder in Gleichungen (Eqn) nicht alle Variablenwerte verwendet werden, kann der Bereich der Datenwerte mit folgender Syntax eingeschränkt werden:

Variablenname[Index_Variable1,Index_Variable2]
Beispiel oben mit 2-dimensionalem Dataset. Angaben für mehrdimensionale Dataset entsprechend erweitern.

Index kann ein einzelner Datenpunktindex, oder ein Bereich, oder alle Datenpunktindexe sein.

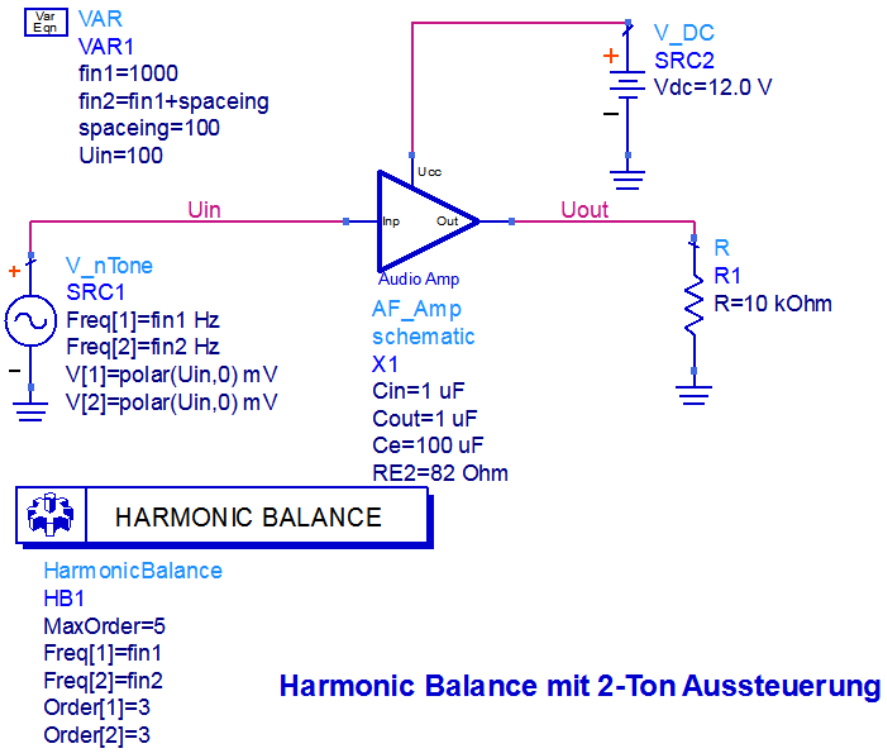
Beispiele zu obiger Simulation:

Uout[1,7]	Uout für den 1. Uin-Wert und die 7. Harmonische (die 0. Harmonische mit Index 0 ist der DC-Wert)
Uout[5,::]	Uout für den 5. Uin-Wert und alle Harmonischen
Uout[::,2::11]	Uout für alle Uin-Werte und die Harmonischen 2 bis 11
Uout[1::2::31,::]	Uout für die Uin-Werte 1,3,5,…31 (Start::Schritt::Stop) und alle Harmonischen

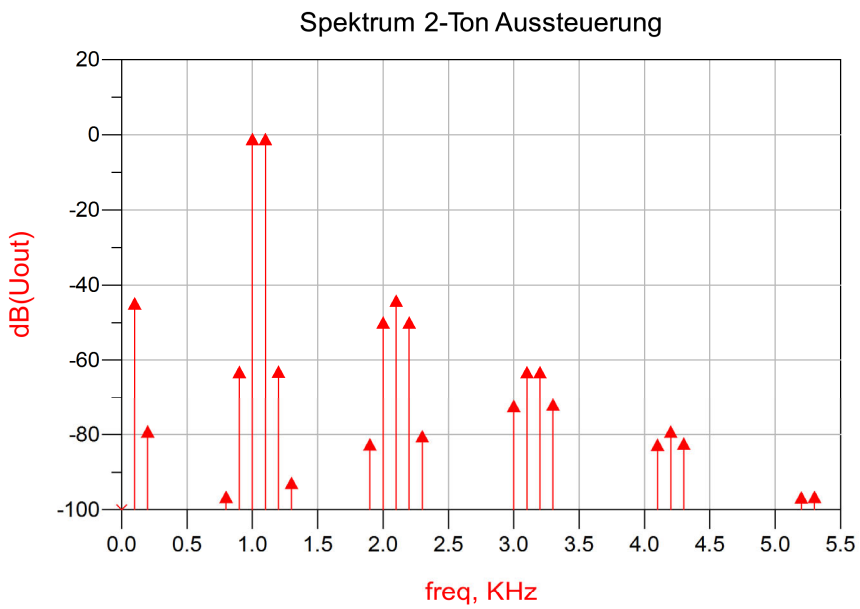
Eqn Nenner=sum(HB_1Tone_THD..Uout[::,1::10]**2) entspricht

Summe aller $Uout^2$ für alle Uin und die Harmonischen 1 bis 10.

5.2. Zweitonaussteuerung



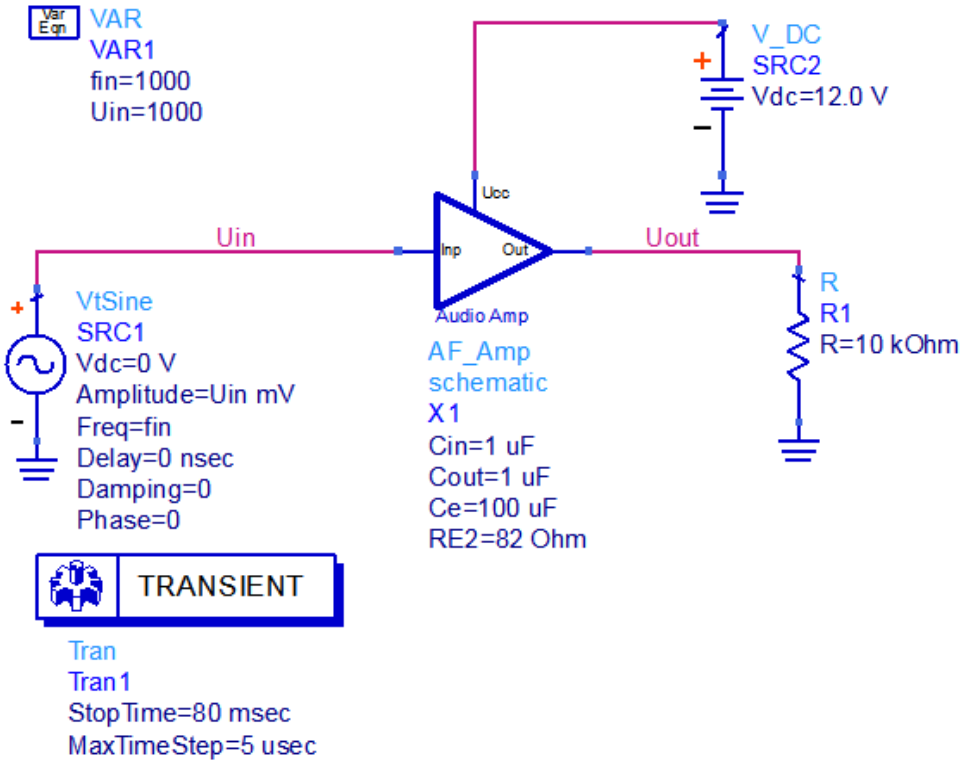
Harmonic Balance mit 2-Ton Aussteuerung



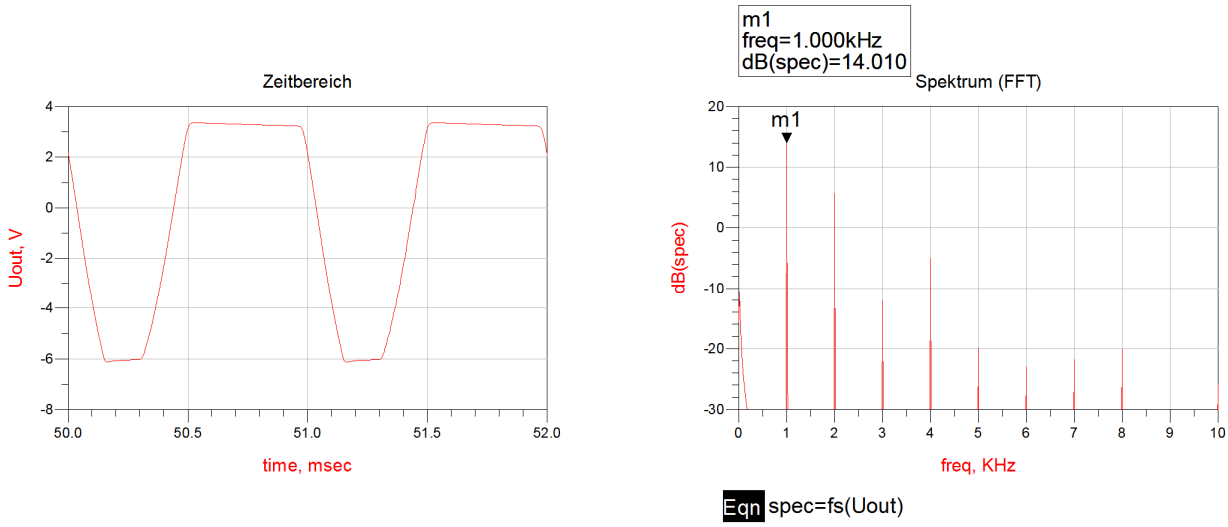
HB 2-Ton Simulation

fin = 1000 Hz und 1100 Hz
Uin = 100 mV

6. Transienten-Simulation



Transientenanalyse (Spice) mit 1-Ton Aussteuerung



Transientenanlyse mit 1-Tone Aussteuerung

Übung Nr. 3: S-Parameter- und EM-Simulation, Tiefpassfilter (3_MS_LP_wrk)

Die S-Parameter-Simulation eignet sich nur für die Analyse linearer Schaltungen und erfolgt im Frequenzbereich. Sie ist die schnellste Analyse überhaupt. Es stehen sämtliche physikalischen Elemente (Leitungen, Microsripline, Stripline, gemessene Herstellerdaten von Widerständen, Kapazitäten, Induktivitäten, Transistoren, Dioden, etc.) zur Verfügung.

Die vielfältigen Möglichkeiten dieser Simulation wird anhand der Entwicklung eines Tiefpass-Filters in planarer Technik (Microstripline) gezeigt.

Die Spezifikationen des Filters sind gegeben durch:

Filtercharakteristik:	Chebishev
Ordnungszahl n:	5
Welligkeit im Durchlassbereich (Ripple) a_r:	0.05 dB
entsprechend einer minimalen Rückflussdämpfung von	19 dB
Grenzfrequenz f_c:	1000 MHz
Quellen- und Lastimpedanz Z_o:	50 Ω
1. Filterelement	parallel
Planartechnik	Microstrip
Substrat	RO4350B, 60 mil

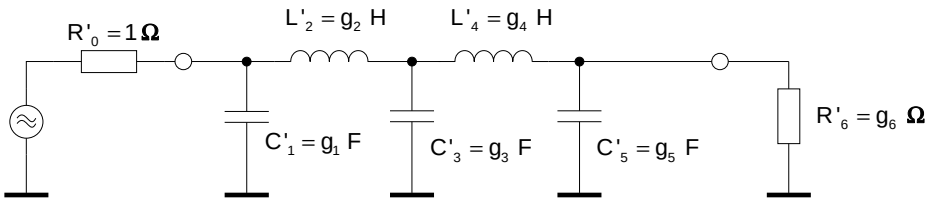
Der Designablauf kann in 7 Schritten gemäss Flussdiagramm auf der nächsten Seite erfolgen.

Step 1: Filterspezifikation (Pflichtenheft), siehe oben.

Step 2: Exakte Synthese der idealen, konzentrierten Elemente (L, C)

Für den normierten Tiefpass ($R'_0 = 1\Omega$ $\Omega' = 1$) erhalten wir durch Berechnung oder aus einem Filterkatalog die normierten Elementwerte:

$g_0 = g_6 = 1$ $g_1 = g_5 = 0.9984$ $g_2 = g_4 = 1.3745$ $g_3 = 1.8283$

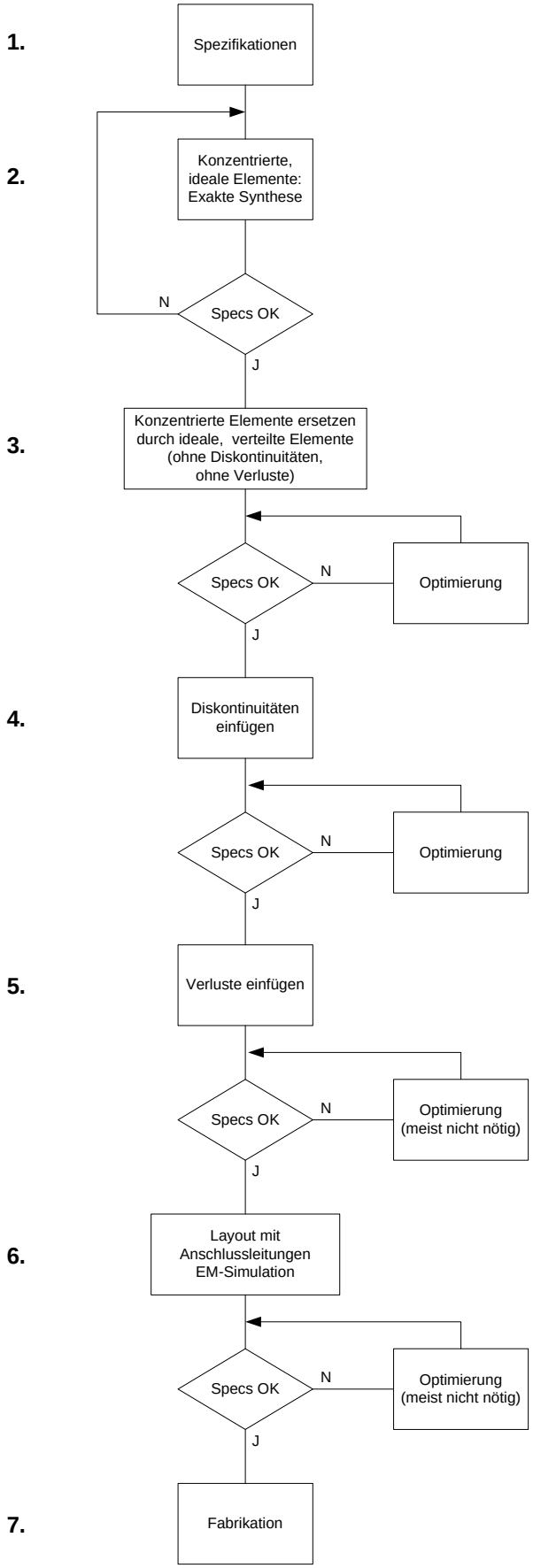


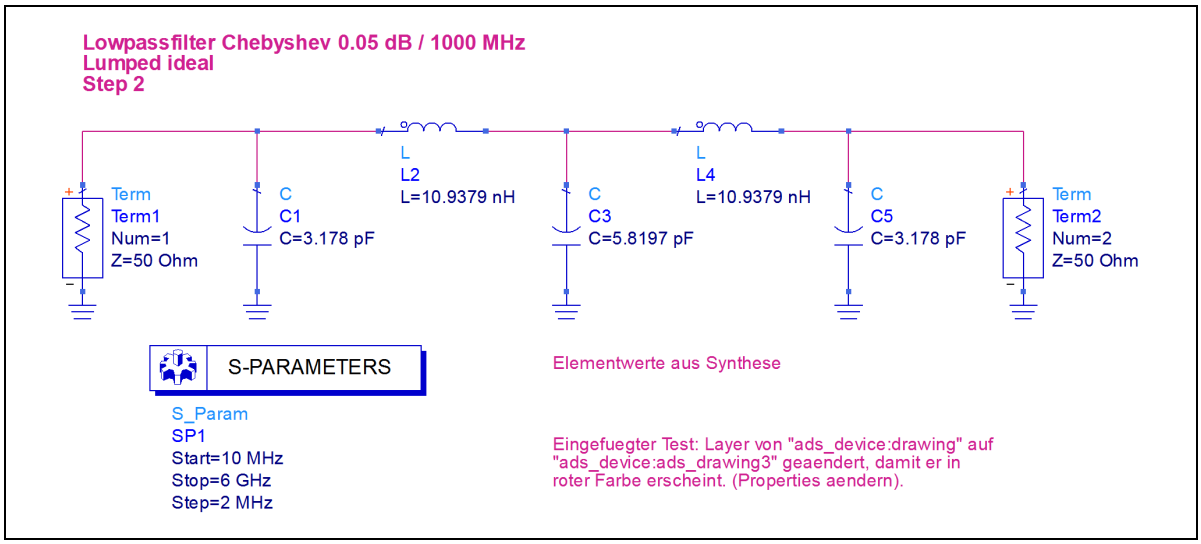
Mit der Entnormierung auf $R_0 = 50\ \Omega$ und $\omega_c = 2\pi f_c = 2\pi \cdot 1000\ \text{MHz}$ erhält man die Elementwerte:

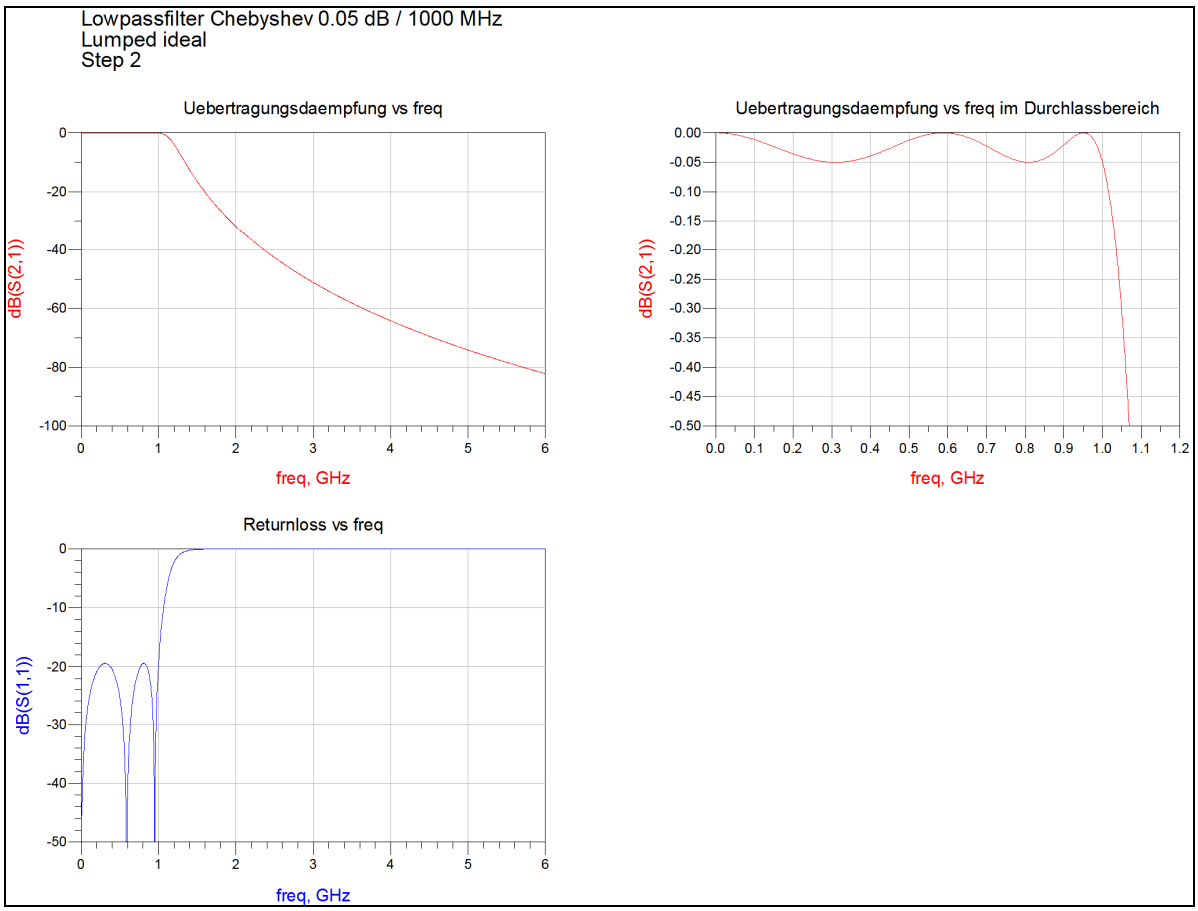
$$R_0 = R_6 = g_0\left(\frac{Z_0}{R'_0}\right) = 50\ \Omega \qquad C_1 = C_5 = g_1\left(\frac{R'_0}{Z_0}\right)\left(\frac{\Omega'}{\omega_c}\right) = 3.178\ \text{pF} \qquad C_3 = g_3\left(\frac{R'_0}{Z_0}\right)\left(\frac{\Omega'}{\omega_c}\right) = 5.8197\ \text{pF}$$

$$L_2 = L_4 = g_2\left(\frac{Z_0}{R'_0}\right)\left(\frac{\Omega'}{\omega_c}\right) = 10.9379\ \text{nH}$$

Designablauf für passive, planare Filter:




Lowpassfilter Chebyshev 0.05 dB / 1000 MHz
Lumped ideal
Step 2
Term
Term1
Num=1
Z=50 Ohm
C
C1
C=3.178 pF
L
L2
L=10.9379 nH
C
C3
C=5.8197 pF
L
L4
L=10.9379 nH
C
C5
C=3.178 pF
Term
Term2
Num=2
Z=50 Ohm
S-PARAMETERS
S_Param
SP1
Start=10 MHz
Stop=6 GHz
Step=2 MHz
Elementwerte aus Synthese
Eingefuegter Test: Layer von "ads_device:drawing" auf "ads_device:ads_drawing3" geaendert, damit er in roter Farbe erscheint. (Properties aendern).


Lowpassfilter Chebyshev 0.05 dB / 1000 MHz
Lumped ideal
Step 2
Uebertragungsdaempfung vs freq
dB(S(2,1))
freq, GHz
Uebertragungsdaempfung vs freq im Durchlassbereich
dB(S(2,1))
freq, GHz
Returnloss vs freq
dB(S(1,1))
freq, GHz

Step 3: Konzentrierte Elemente ersetzen durch ideale, verteilte Elemente

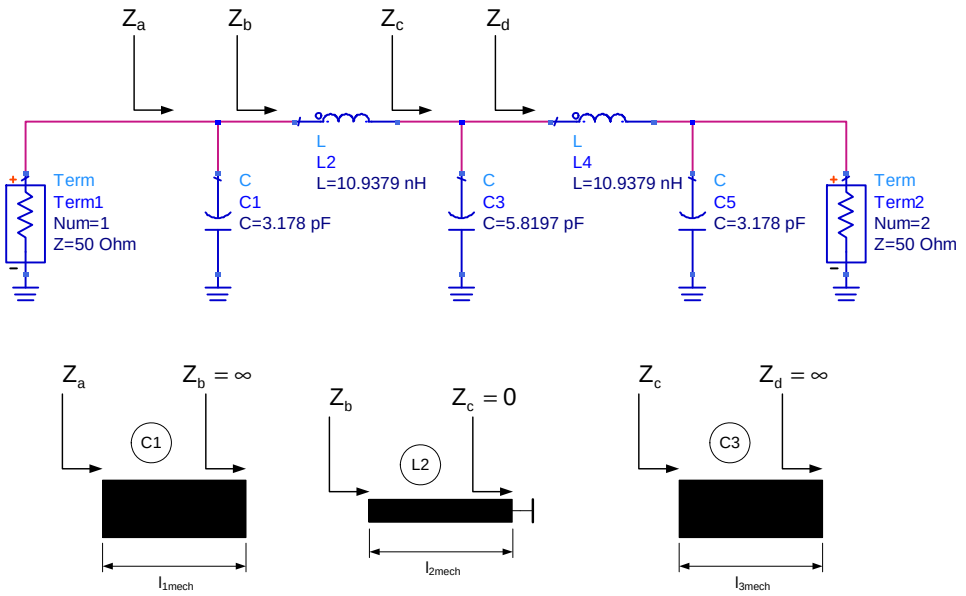
In diesem Beispiel:

- verlustlose Microstriplines ohne Discontinuitäten

- die Parallel-C's werden ersetzt durch niederohmige Microstrip-Leitungen (Leiterbreite = 12 mm).
  Niederohmige Leitungen (grosse Leiterbreite) haben ein grosses Parallel-C und ein kleines Serie-L.
  Das umgekehrte gilt für hochohmige (kleine Leiterbreite) Leitungen.

- die Serie-L's werden durch hochohmige Microstrip-Leitungen ersetzt (Leiterbreite = 0.3 mm)

Mit folgenden Approximationen werden die ungefähren Leitungslängen bestimmt:



Für hohe Frequenzen gilt: $Z_b \to \infty$. Damit kann man approximieren: $Z_b\big|_{f=f_c} \approx \infty$ (Leerlauf)

Dadurch kann C1 durch ein am Ende leerlaufendes Leitungsstück ersetzt werden und es gilt:

$$Z_a = -jZ_{01}\cot\left(\frac{2\pi l_{1el}}{\lambda}\right) = \frac{1}{j\omega_c C_1}$$

Dabei ist:

$Z_{01} =$ Leitungsimpedanz der ersten Leitung

$l_{1el} =$ elektrische Länge der ersten Leitung

$\lambda =$ Wellenlänge bei f_c

$\omega_c = 2\pi f_c$

Die Auflösung nach l_{el} ergibt:

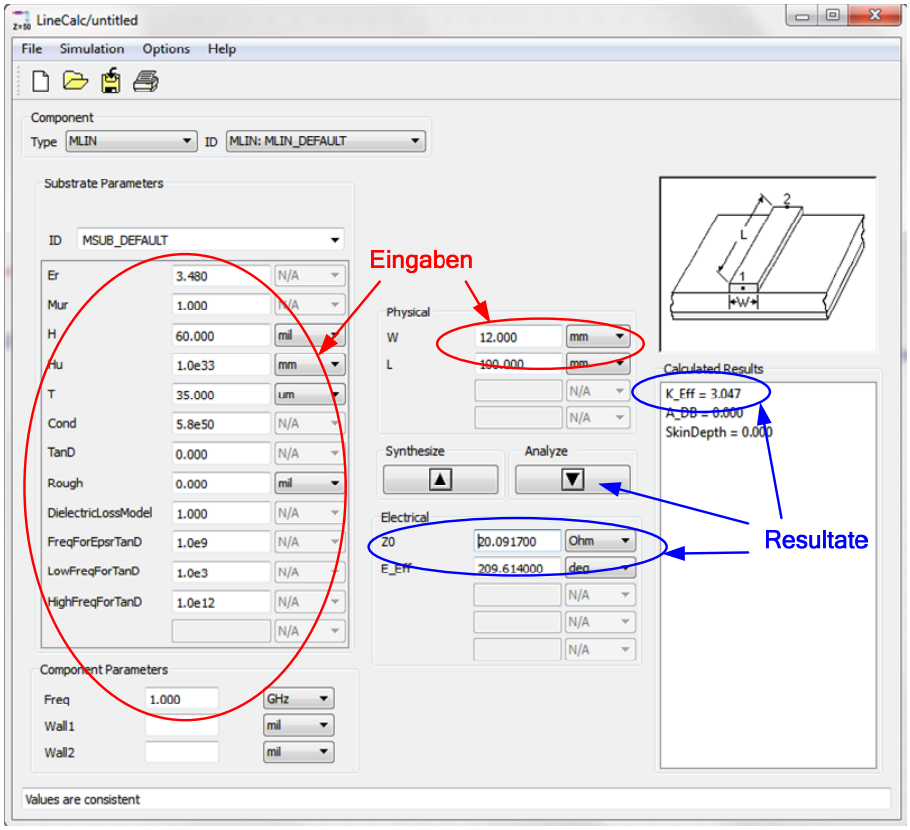
$$l_{1el} = \frac{\lambda}{2\pi} a\tan(\omega_c C_1 Z_{01})$$

Die mechanische Leitungslänge erhält man mit:

$$l_{1mech} = \frac{l_{1el}}{\sqrt{\varepsilon_{e01}}}$$

Da die beiden Grössen Z_{01} und ε_{01} von der Leiterbreite und dem Substrat abhängig sind, müssen sie zuerst bestimmt werden. Mit Hilfe des in ADS integrierten Werkzeuges „Linecalc“ können diese Grössen bestimmt werden. Für das gegebene Substrat und die vorgegebene Leiterbreite erhält man:

$$Z_{01} = 20.1\,\Omega \qquad \varepsilon_{e01} = 3.047$$



Für hohe Frequenzen gilt: $Z_c \to 0$. Damit kann man approximieren: $Z_c\big|_{f=f_c} \approx 0$ (Kurzschluss)

Dadurch kann L2 durch ein am Ende kurzgeschlossenes Leitungsstück ersetzt werden und es gilt:

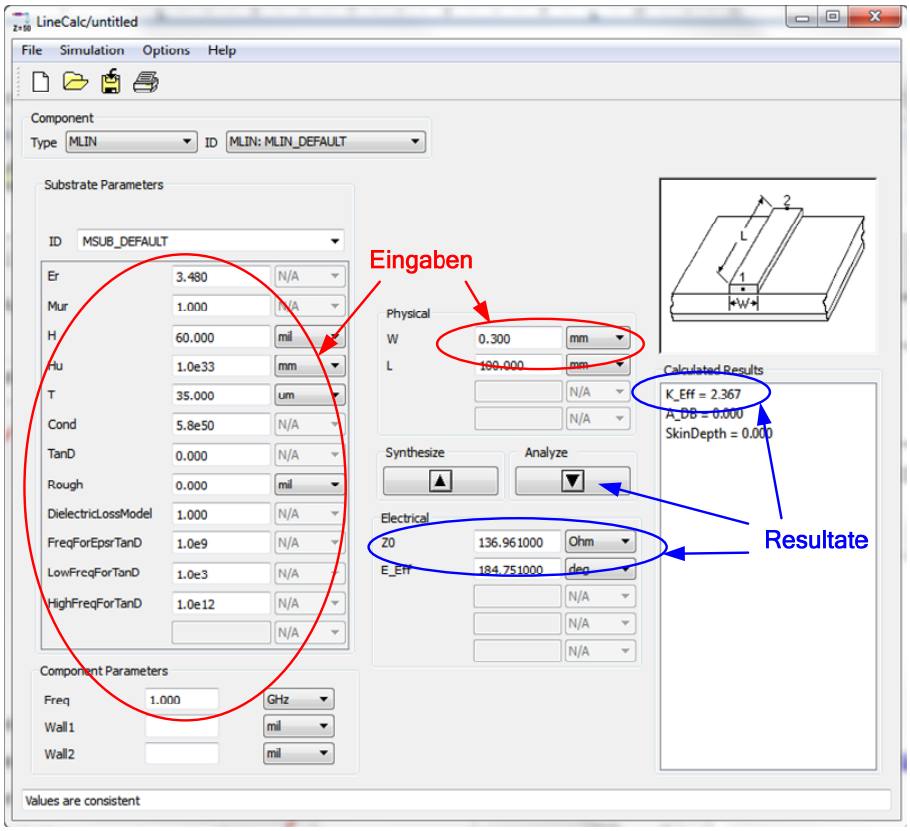
$$Z_b = jZ_{02}\tan\left(\frac{2\pi l_{2el}}{\lambda}\right) = j\omega_c L_2$$

$$l_{2el} = \frac{\lambda}{2\pi} \operatorname{atan}\left(\frac{\omega_c L_2}{Z_{02}}\right)$$

$$l_{2mech} = \frac{l_{2el}}{\sqrt{\varepsilon_{e02}}}$$

Für das gegebene Substrat und die gegebene Leiterbreite erhält man:

$Z_{02} = 137\ \Omega$ $\qquad$ $\varepsilon_{e02} = 2.367$



Auf gleiche Art kann auch C3 berechnet werden. Da C1 = C5 und L2 = L4, sind auch die entsprechenden Microstrip-Leitungen gleich.

Hier die vollständige Berechnung:

$f_c = 1 \times 10^3 \cdot \mathrm{MHz}$ $\qquad$ $\lambda := \frac{3 \cdot 10^8}{f_c}$ $\qquad$ $\omega_c := 2 \cdot \pi \cdot f_c$

Ideale Elementwerte aus Synthese	Mikrostrip-Eigenschaften aus Linecalc (RO4350B, w1=w3=w5=12 mm, w2=w4=0.3 mm	
$C_1 = 3.178 \cdot \mathrm{pF}$	$Z_{01} := 20.1 \cdot \Omega$	$\varepsilon_{e01} := 3.047$
$L_2 = 10.938 \cdot \mathrm{nH}$	$Z_{02} := 137 \cdot \Omega$	$\varepsilon_{e02} := 2.367$
$C_3 = 5.82 \cdot \mathrm{pF}$	$Z_{03} := Z_{01}$	$\varepsilon_{e03} := \varepsilon_{e01}$

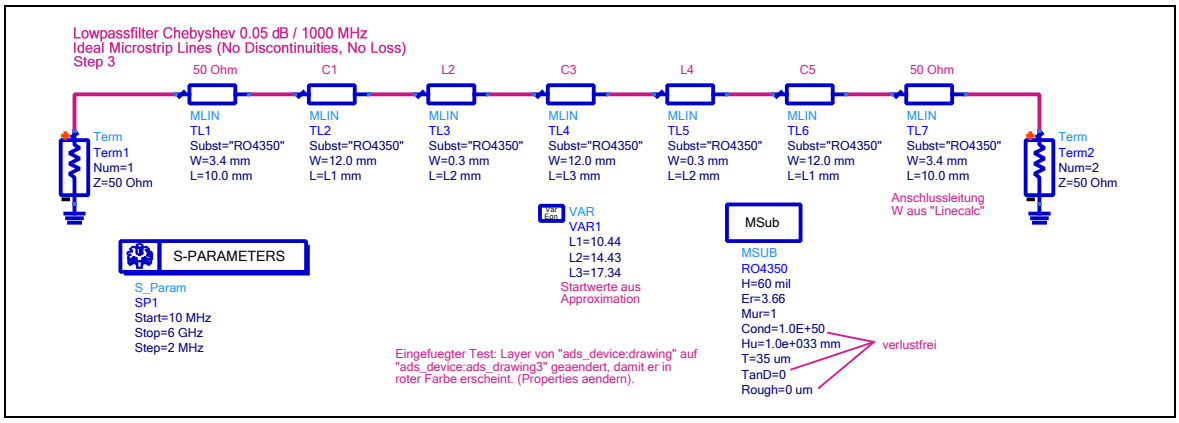
$$L_4 := L_2 \qquad Z_{04} := Z_{02} \qquad \varepsilon_{e04} := \varepsilon_{e02}$$

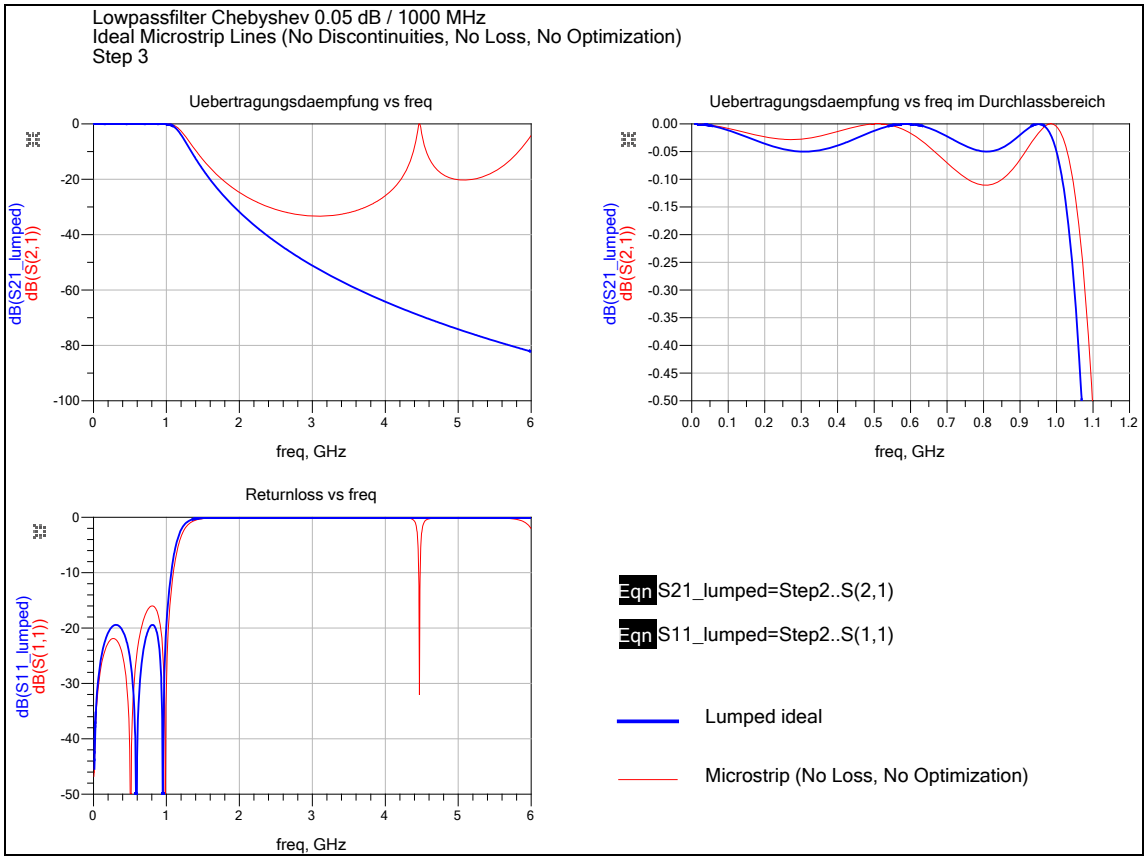
$$C_5 := C_1 \qquad Z_{05} := Z_{01} \qquad \varepsilon_{e05} := \varepsilon_{e01}$$

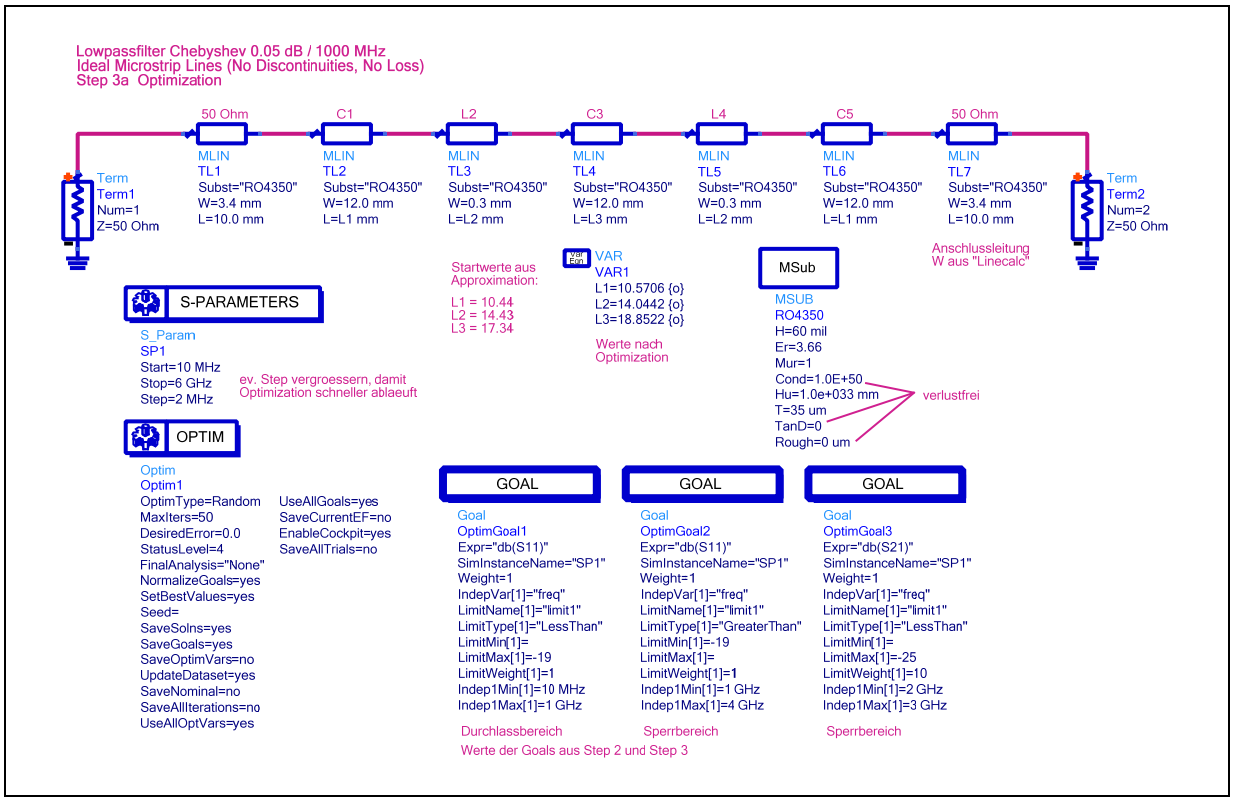
$$l_1 := \frac{\lambda}{2\cdot\pi}\cdot\mathrm{atan}\left(\omega_c\cdot C_1\cdot Z_{01}\right) = 18.224\cdot\mathrm{mm} \qquad l_{1mech} := l_1\cdot\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_{e01}}} = 10.44\cdot\mathrm{mm}$$

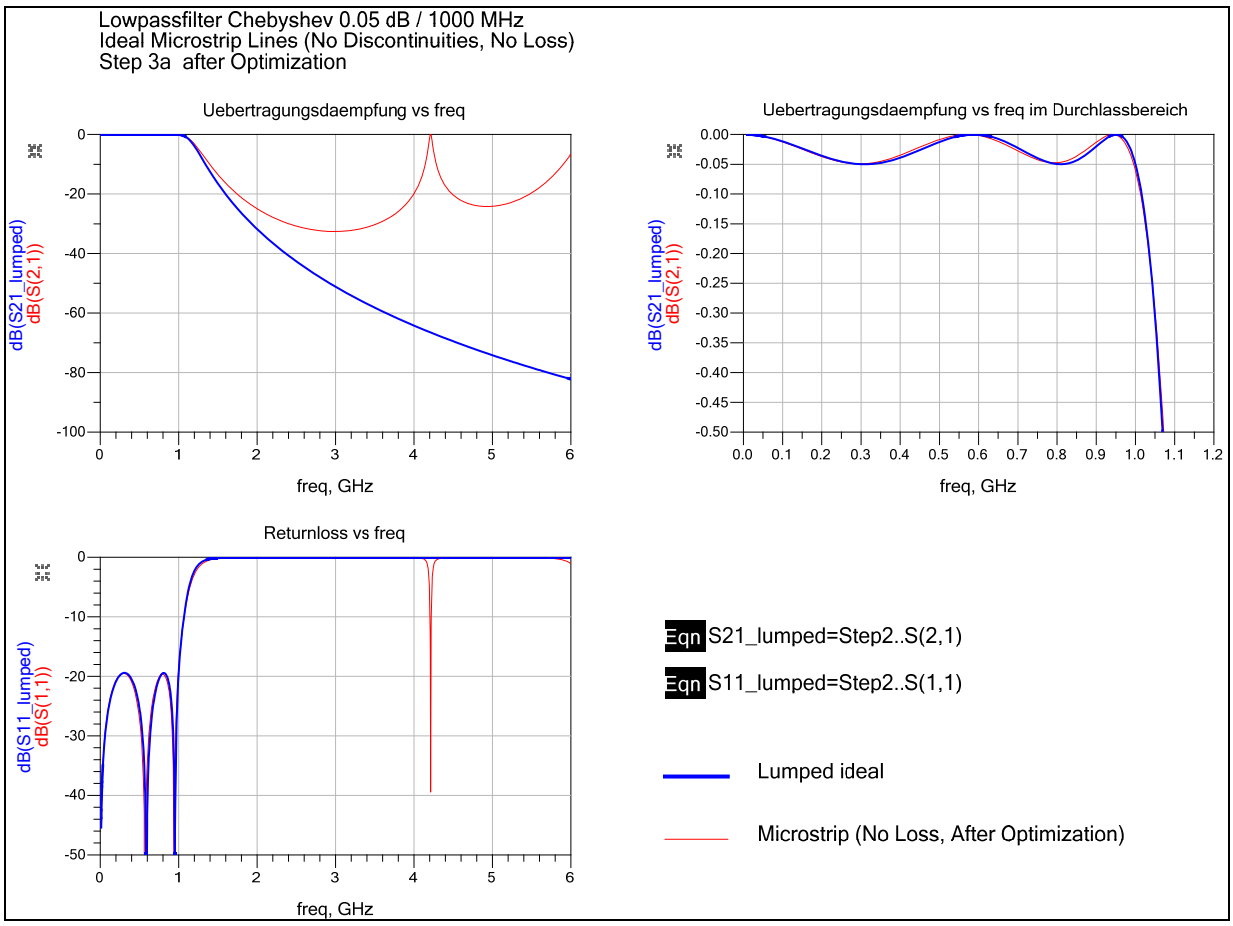
$$l_2 := \frac{\lambda}{2\cdot\pi}\cdot\mathrm{atan}\left(\frac{\omega_c\cdot L_2}{Z_{02}}\right) = 22.2\cdot\mathrm{mm} \qquad l_{2mech} := l_2\cdot\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_{e02}}} = 14.43\cdot\mathrm{mm}$$

$$l_3 := \frac{\lambda}{2\cdot\pi}\cdot\mathrm{atan}\left(\omega_c\cdot C_3\cdot Z_{03}\right) = 30.263\cdot\mathrm{mm} \qquad l_{3mech} := l_3\cdot\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_{e03}}} = 17.337\cdot\mathrm{mm}$$

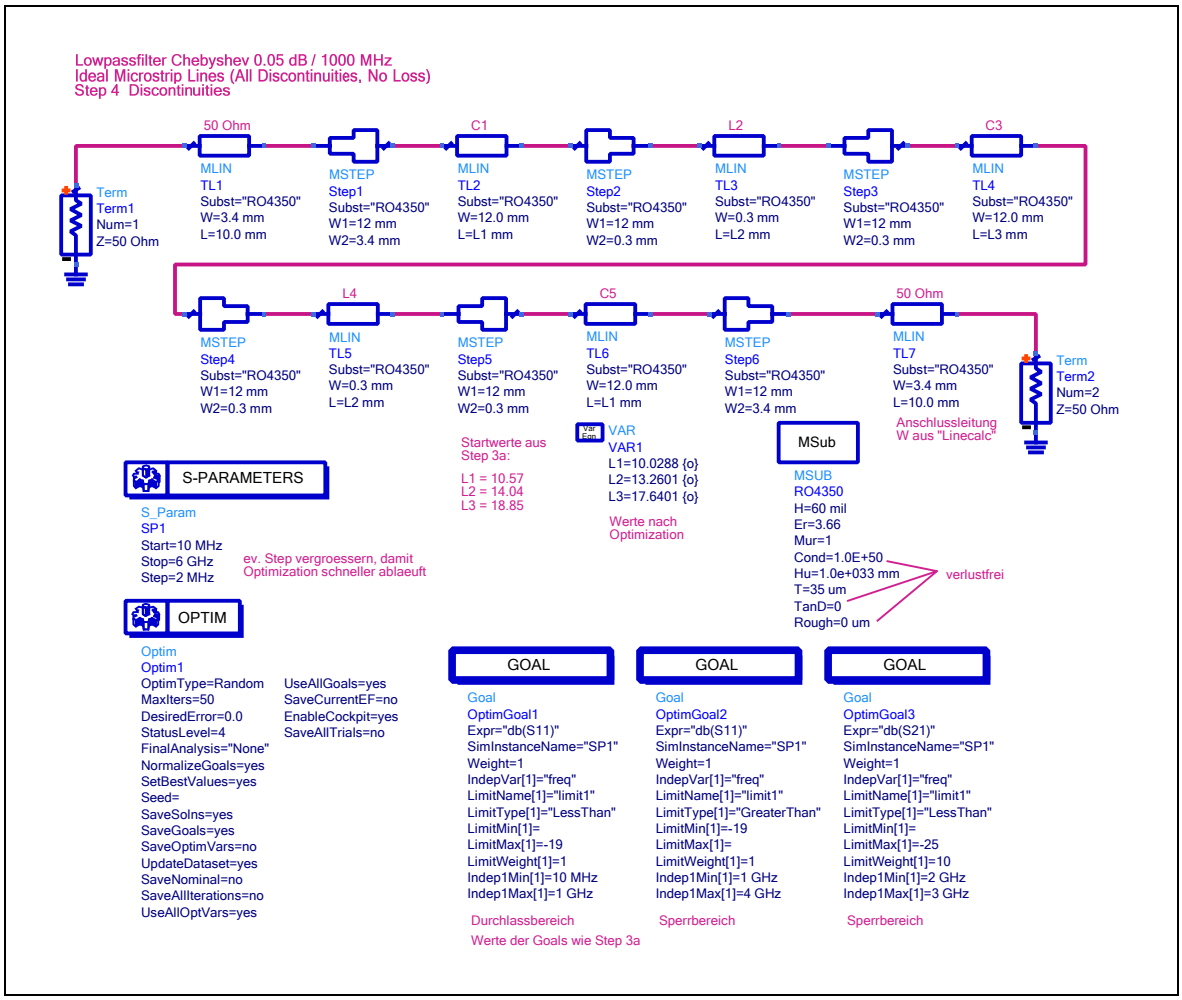




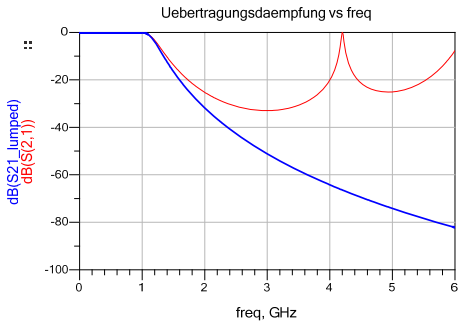

Lowpassfilter Chebyshev 0.05 dB / 1000 MHz
Ideal Microstrip Lines (No Discontinuities, No Loss)
Step 3a Optimization
50 Ohm
C1
L2
C3
L4
C5
50 Ohm
Term
Term1
Num=1
Z=50 Ohm
MLIN
TL1
Subst="RO4350"
W=3.4 mm
L=10.0 mm
MLIN
TL2
Subst="RO4350"
W=12.0 mm
L=L1 mm
MLIN
TL3
Subst="RO4350"
W=0.3 mm
L=L2 mm
MLIN
TL4
Subst="RO4350"
W=12.0 mm
L=L3 mm
MLIN
TL5
Subst="RO4350"
W=0.3 mm
L=L2 mm
MLIN
TL6
Subst="RO4350"
W=12.0 mm
L=L1 mm
MLIN
TL7
Subst="RO4350"
W=3.4 mm
L=10.0 mm
Term
Term2
Num=2
Z=50 Ohm
Anschlussleitung
W aus "Linecalc"
Startwerte aus
Approximation:
L1 = 10.44
L2 = 14.43
L3 = 17.34
VAR
VAR1
L1=10.5706 {o}
L2=14.0442 {o}
L3=18.8522 {o}
Werte nach
Optimization
MSub
MSUB
RO4350
H=60 mil
Er=3.66
Mur=1
Cond=1.0E+50
Hu=1.0e+033 mm
T=35 um
TanD=0
Rough=0 um
verlustfrei
S-PARAMETERS
S_Param
SP1
Start=10 MHz
Stop=6 GHz
Step=2 MHz
ev. Step vergroessern, damit
Optimization schneller ablaeuft
OPTIM
Optim
Optim1
OptimType=Random
MaxIters=50
DesiredError=0.0
StatusLevel=4
FinalAnalysis="None"
NormalizeGoals=yes
SetBestValues=yes
Seed=
SaveSolns=yes
SaveGoals=yes
SaveOptimVars=no
UpdateDataset=yes
SaveNominal=no
SaveAllIterations=no
UseAllOptVars=yes
UseAllGoals=yes
SaveCurrentEF=no
EnableCockpit=yes
SaveAllTrials=no
GOAL
Goal
OptimGoal1
Expr="db(S11)"
SimInstanceName="SP1"
Weight=1
IndepVar[1]="freq"
LimitName[1]="limit1"
LimitType[1]="LessThan"
LimitMin[1]=
LimitMax[1]=-19
LimitWeight[1]=1
Indep1Min[1]=10 MHz
Indep1Max[1]=1 GHz
Durchlassbereich
GOAL
Goal
OptimGoal2
Expr="db(S11)"
SimInstanceName="SP1"
Weight=1
IndepVar[1]="freq"
LimitName[1]="limit1"
LimitType[1]="GreaterThan"
LimitMin[1]=-19
LimitMax[1]=
LimitWeight[1]=1
Indep1Min[1]=1 GHz
Indep1Max[1]=4 GHz
Sperrbereich
GOAL
Goal
OptimGoal3
Expr="db(S21)"
SimInstanceName="SP1"
Weight=1
IndepVar[1]="freq"
LimitName[1]="limit1"
LimitType[1]="LessThan"
LimitMin[1]=
LimitMax[1]=-25
LimitWeight[1]=10
Indep1Min[1]=2 GHz
Indep1Max[1]=3 GHz
Sperrbereich
Werte der Goals aus Step 2 und Step 3

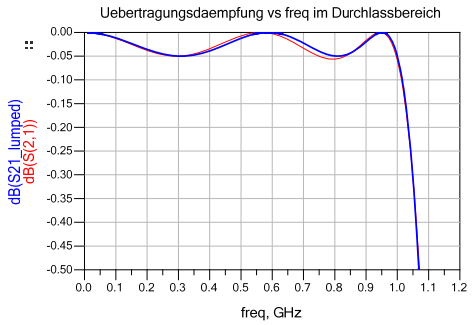

Lowpassfilter Chebyshev 0.05 dB / 1000 MHz
Ideal Microstrip Lines (No Discontinuities, No Loss)
Step 3a after Optimization
Uebertragungsdaempfung vs freq
dB(S21_lumped)
dB(S(2,1))
freq, GHz
Uebertragungsdaempfung vs freq im Durchlassbereich
dB(S21_lumped)
dB(S(2,1))
freq, GHz
Returnloss vs freq
dB(S11_lumped)
dB(S(1,1))
freq, GHz
Eqn S21_lumped=Step2..S(2,1)
Eqn S11_lumped=Step2..S(1,1)
Lumped ideal
Microstrip (No Loss, After Optimization)

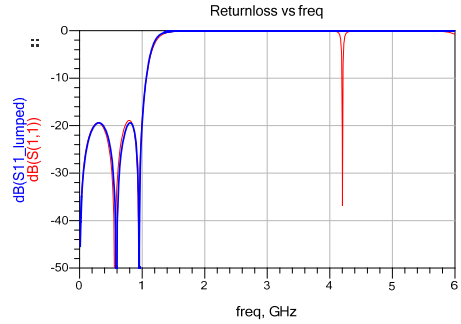
Step 4: Sämtliche Discontinuitäten wie Leiterbreitensprünge (Steps), Bögen, Winkel, etc.werden eingefügt und wieder die Leitungslängen optimiert.



Lowpassfilter Chebyshev 0.05 dB / 1000 MHz
Ideal Microstrip Lines (All Discontinuities, No Loss)
Step 4 after Optimization







Eqn S21_lumped=Step2..S(2,1)

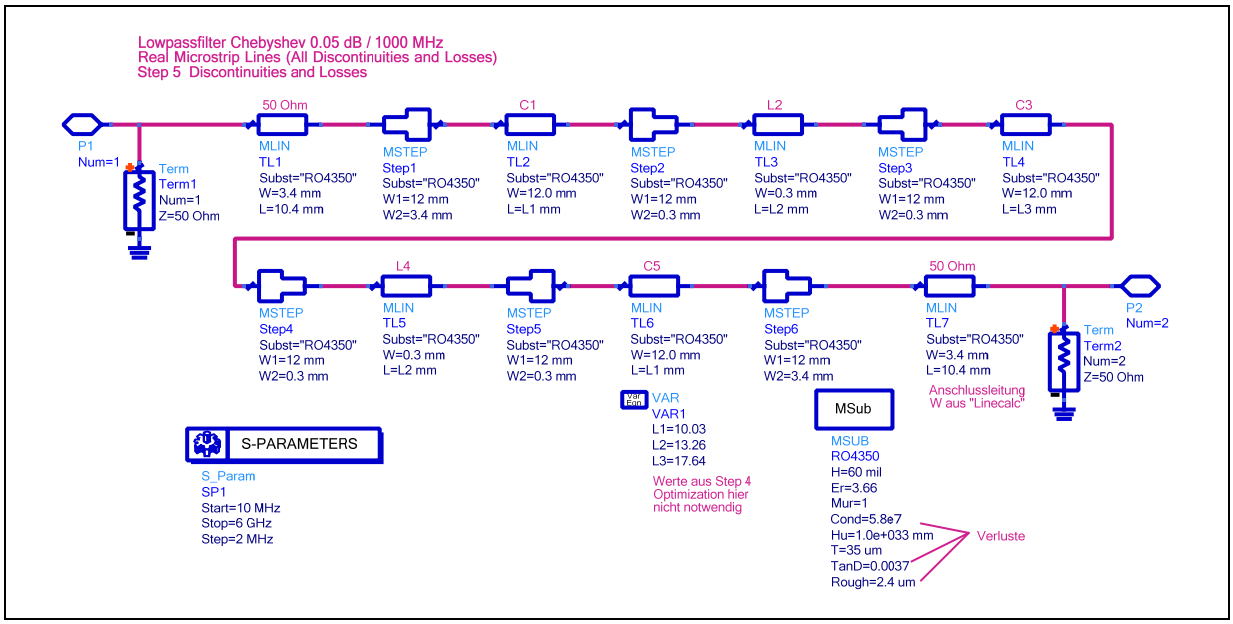
Eqn S11_lumped=Step2..S(1,1)

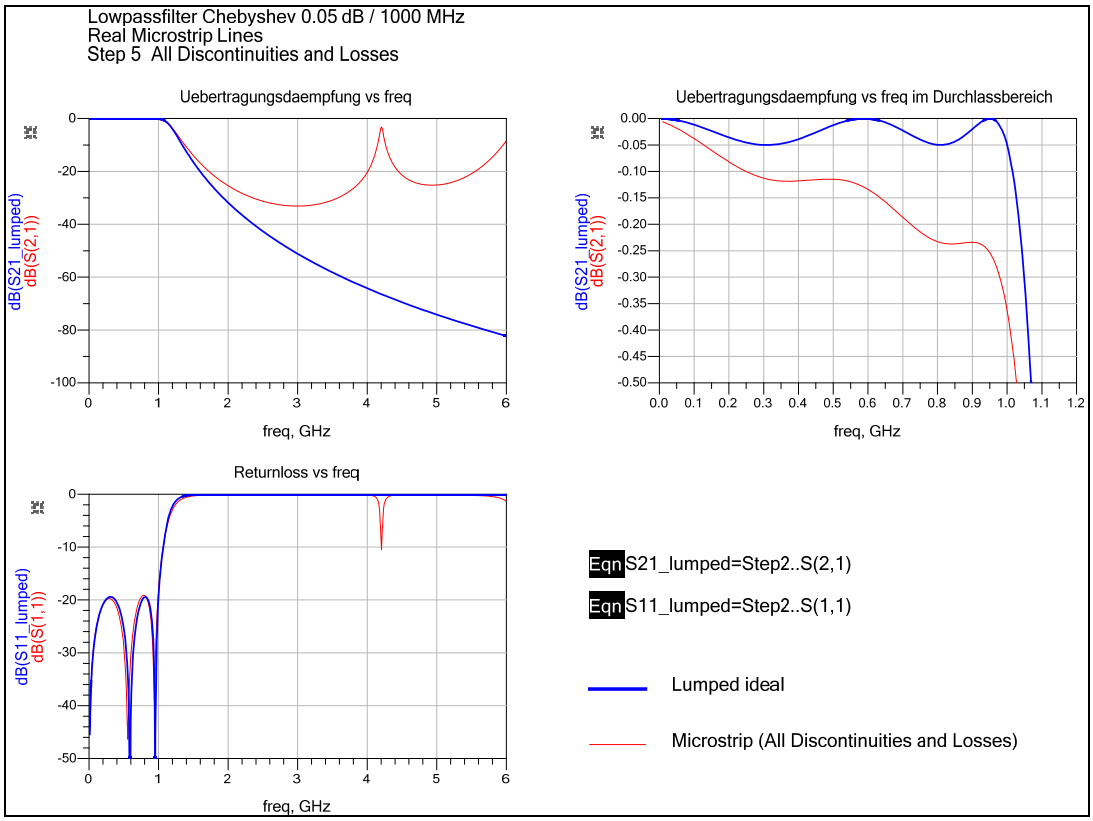
Lumped ideal

Microstrip (All Discontinuities, NoLoss, After Optimization)

Step 5: Die Kupferverluste (Cond), die Dielektrikumsverluste (tanD) und die Kupfer-Oberflächenrauhigkeit (Rough) werden auf reale Werte gesetzt.
Cond = 5.8e7, tanD = 0.0037, Rough = 2.4 um

Falls notwendig, sind die Leitungslängen nochmals zu optimieren, dabei ist zu beachten, dass mit steigender Frequenz auch die Verluste (Dämpfung im Durchlassbereich) zunimmt und die Goals für die Optimierung entsprechend angepasst werden müssen.

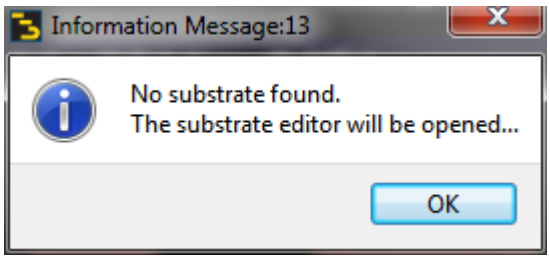


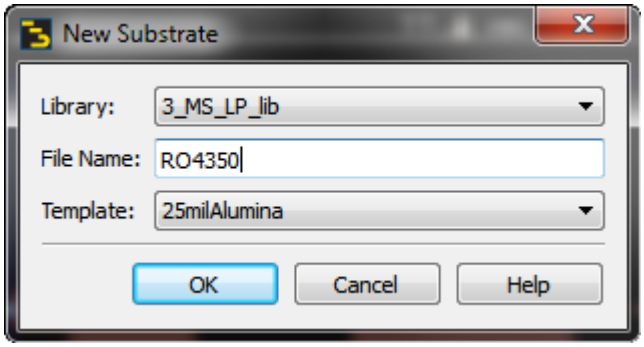


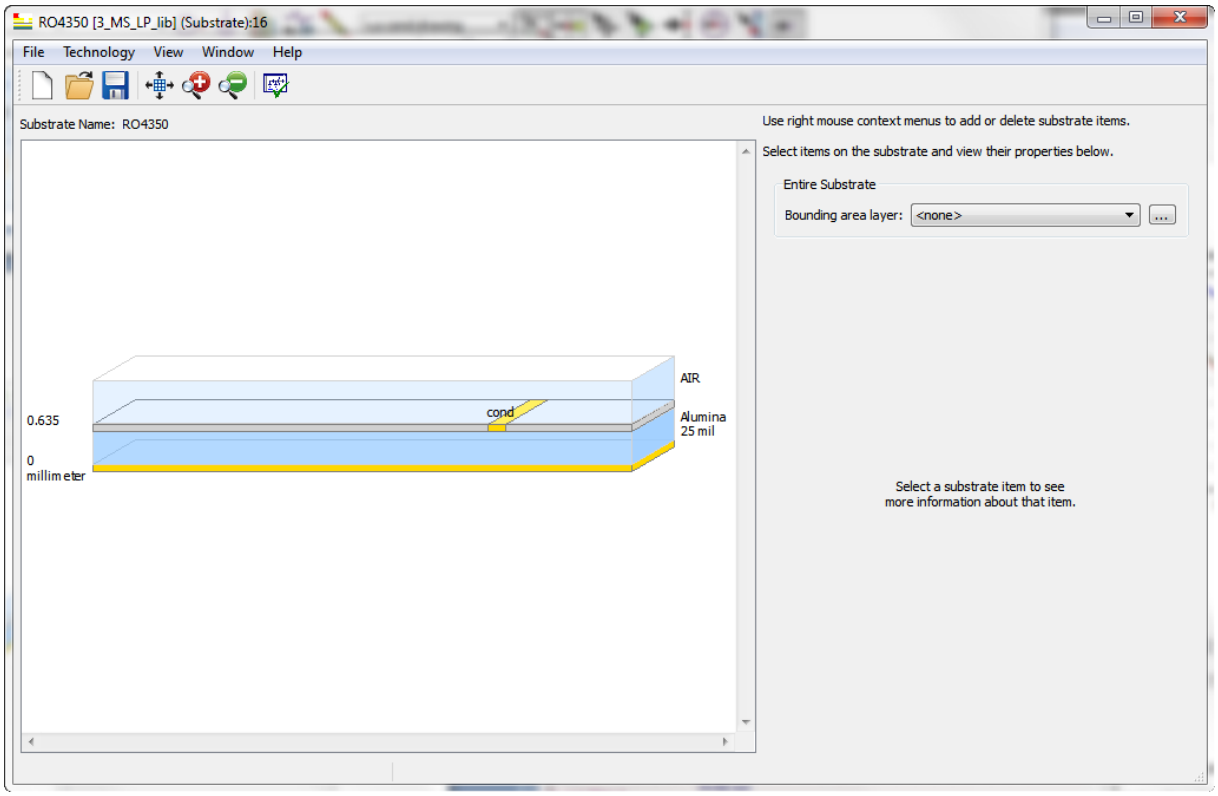
Step 6: Ist die Simulation und Optimierung zur Zufriedenheit abgeschlossen, kann das Layout erstellt werden. Bei einfachen Schaltungen und Strukturen kann dies automatisch generiert werden (Layout > Generate/Update Layout, Starting Component: P1).

Jetzt kann eine EM-Simulation (Momentum) durchgeführt werden. Dazu muss zuerst das Substrat definiert werden und das EM-Simulations-Setup eingestellt werden.

Im Layout Substrateditor starten:

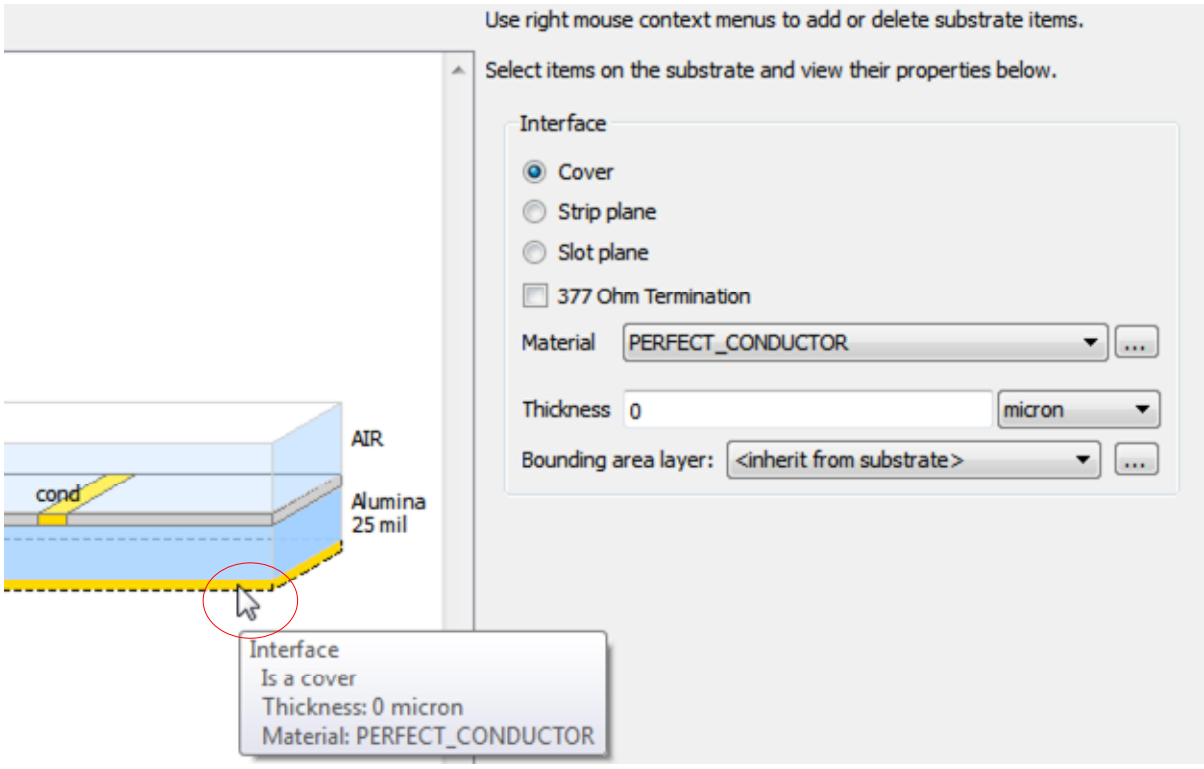




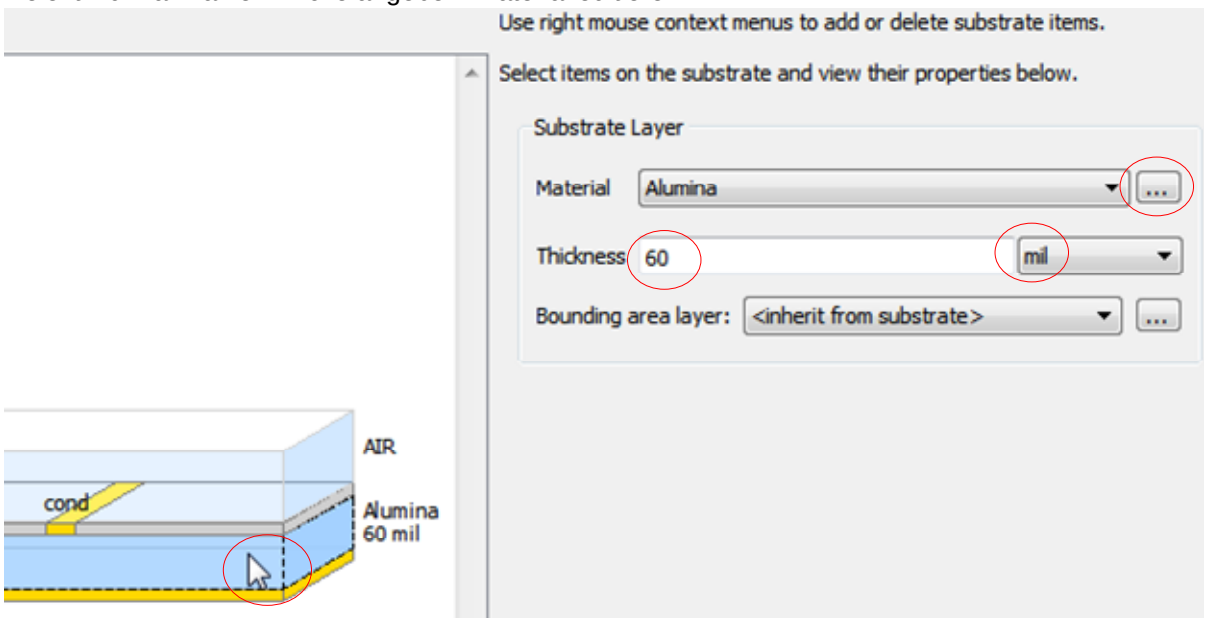


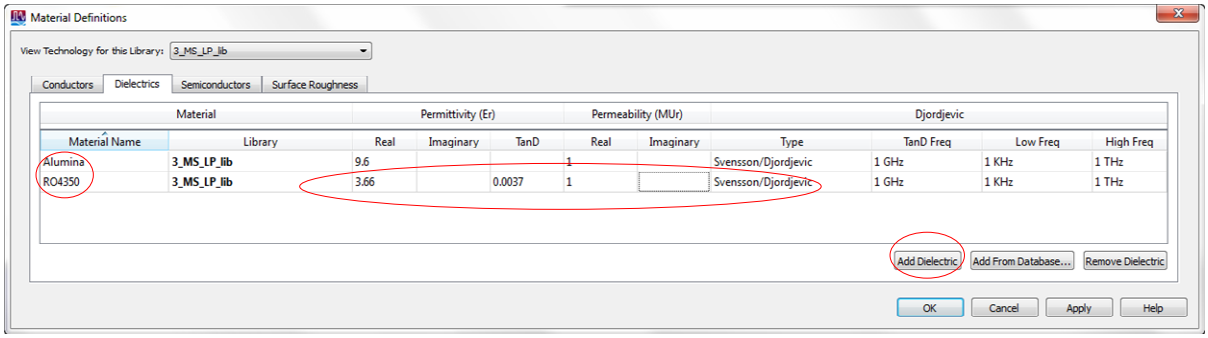
In diesem Fenster können bei komplizierten Substraten die Werte aus der „MSub“-Anweisung im Schema geladen werden (File>Import>Substrate from Schematic). In vorliegendem Beispiel wird das Substrat manuell definiert. Detailinformationen zu den einzelnen Parameter und Verfahren sind im Help zu finden.

Mit Maus Groundplane selektieren. Parameter unverändert übernehmen.

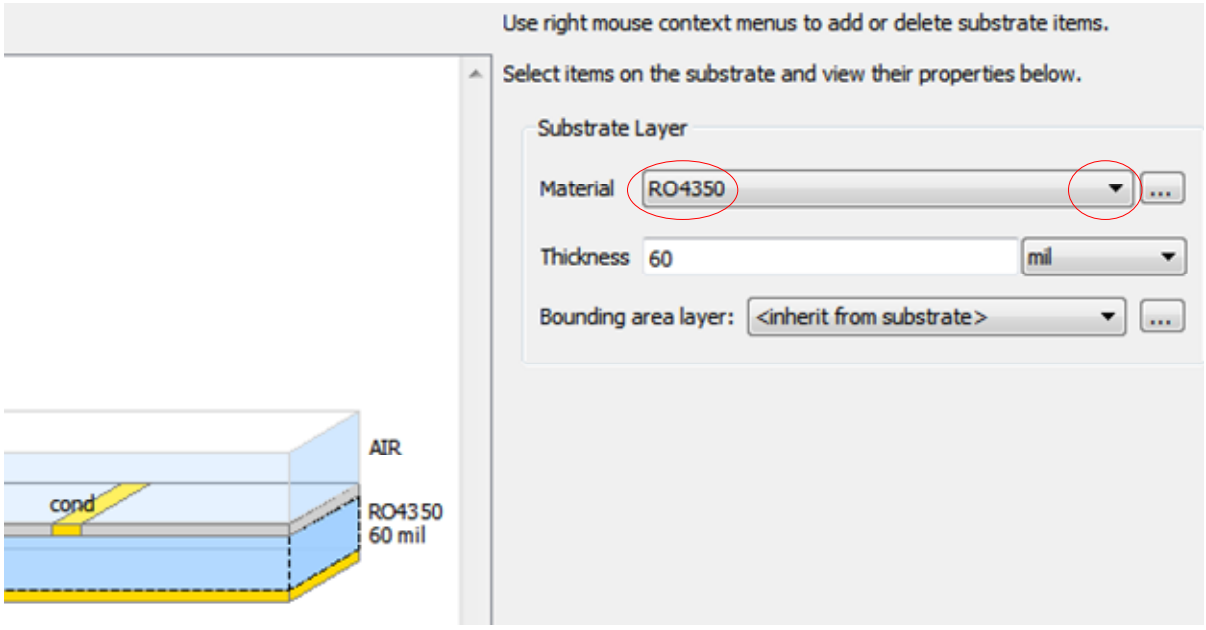


Dielektrikum anwählen. Dicke angeben. Material editieren.

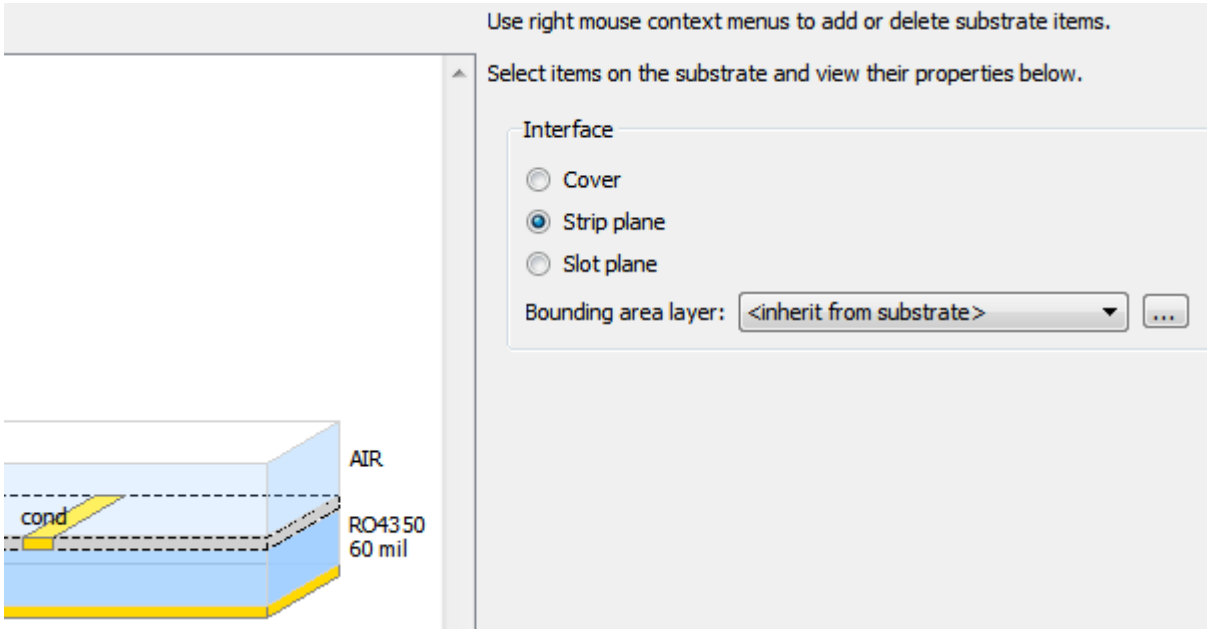




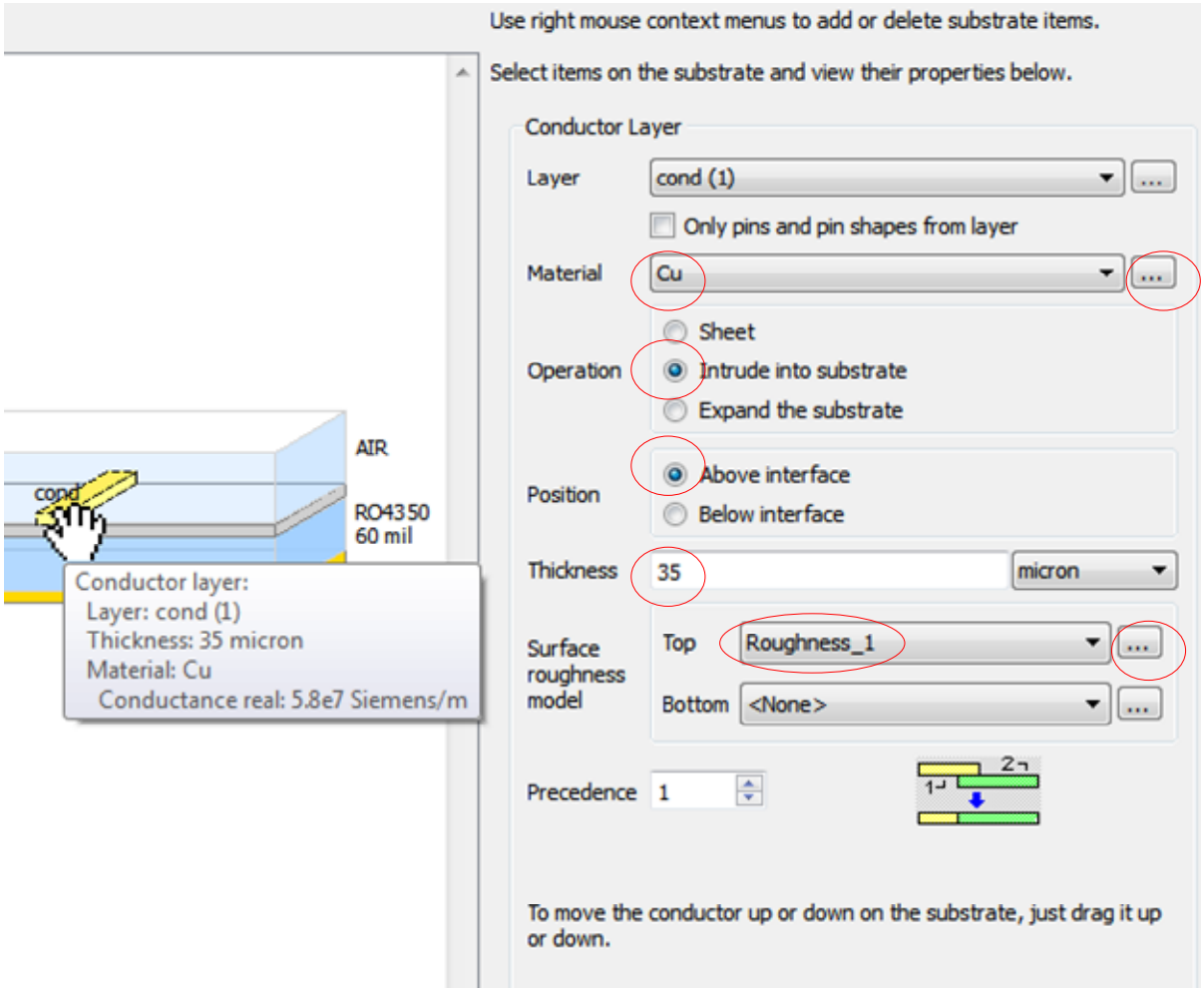
Neu definiertes Material anwählen:

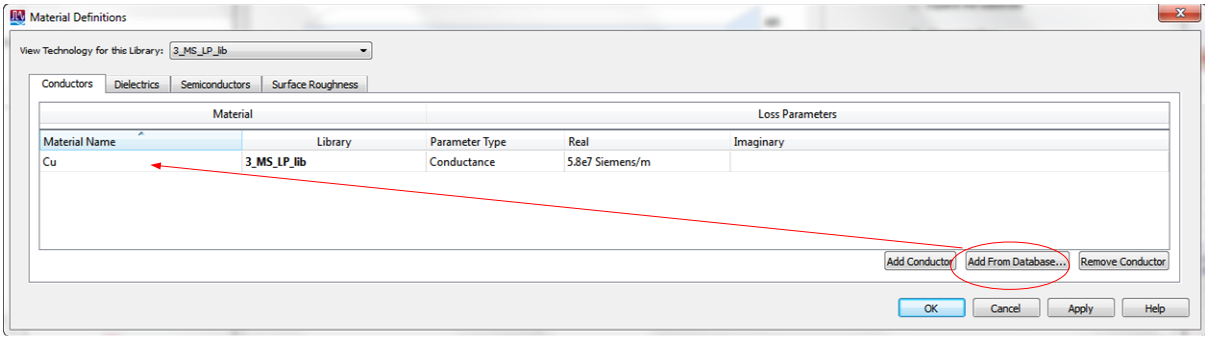


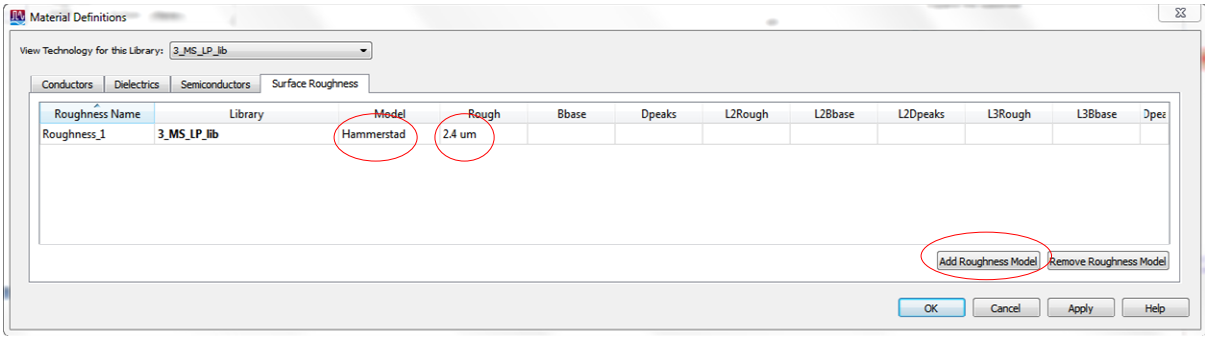
Interface anwählen. Parameter unverändert übernehmen:



Layer „cond“ (Leiter) anwählen. Material definieren, Operation, Position und Dicke einstellen, Rauhigkeit definieren:





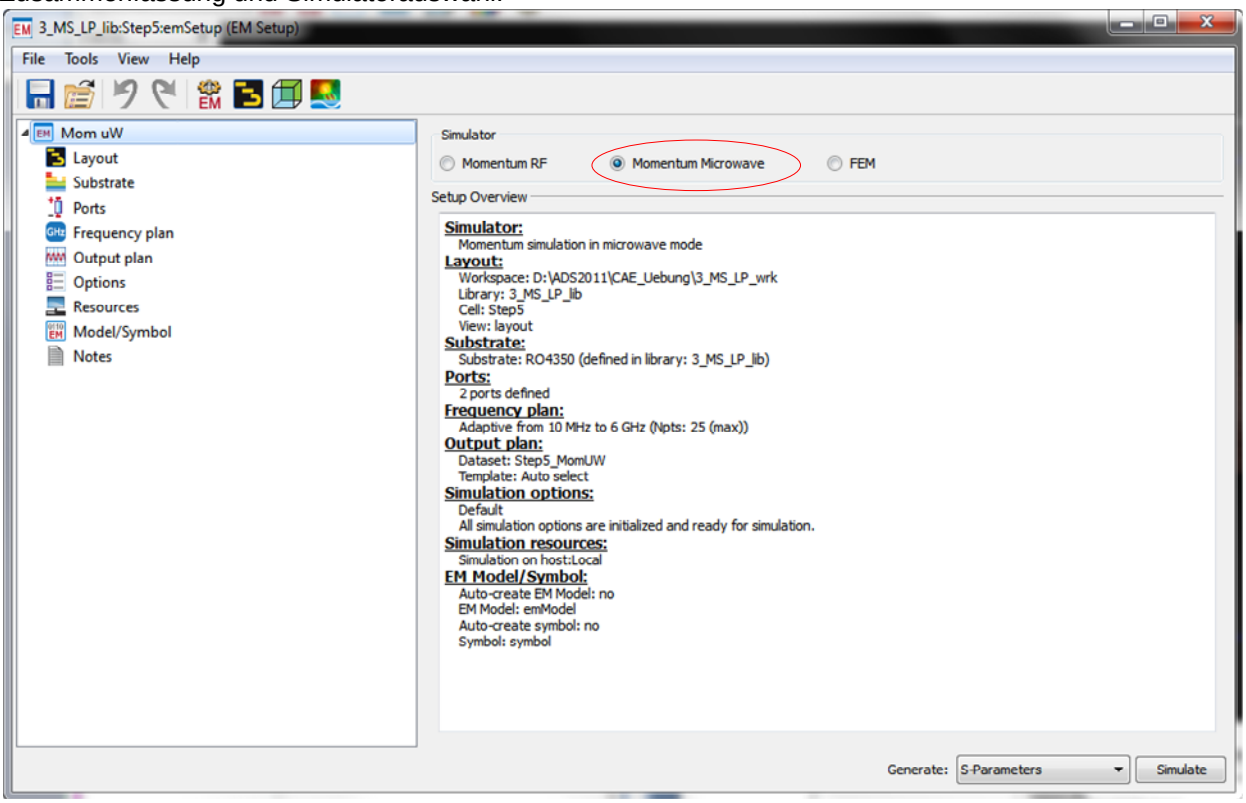


Damit ist die Substratdefinition abgeschlossen.

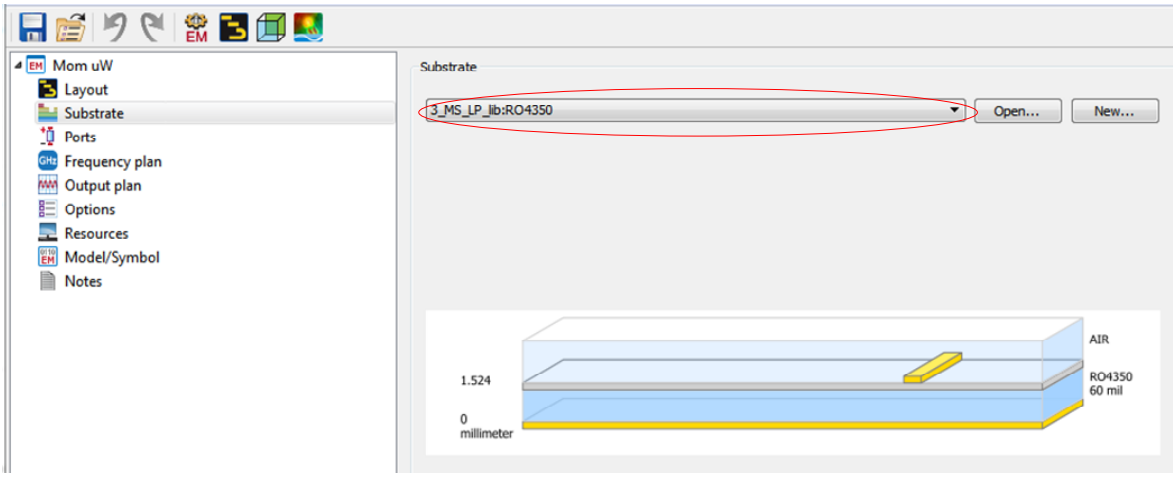
Save Substrat .

EM-Simulation Setup:

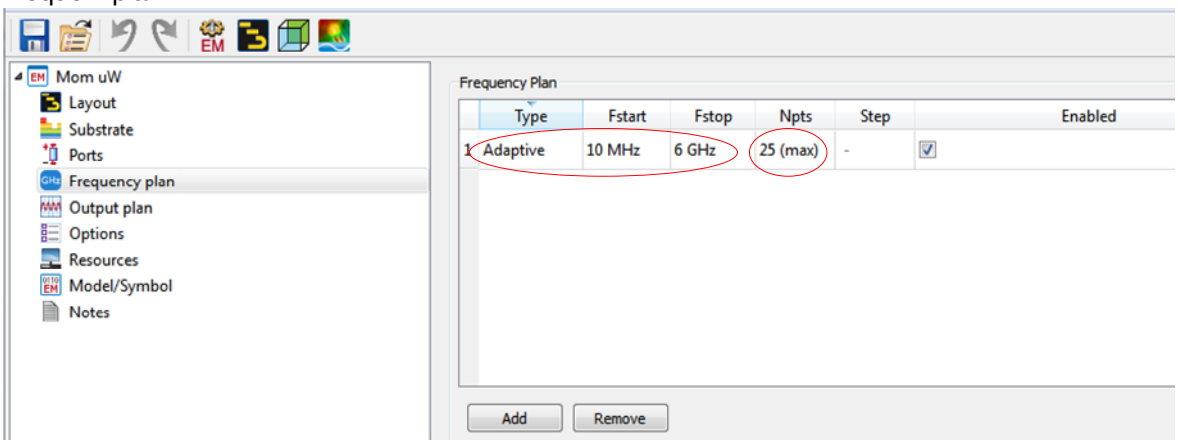
Zusammenfassung und Simulatorauswahl:



Substratauswahl:

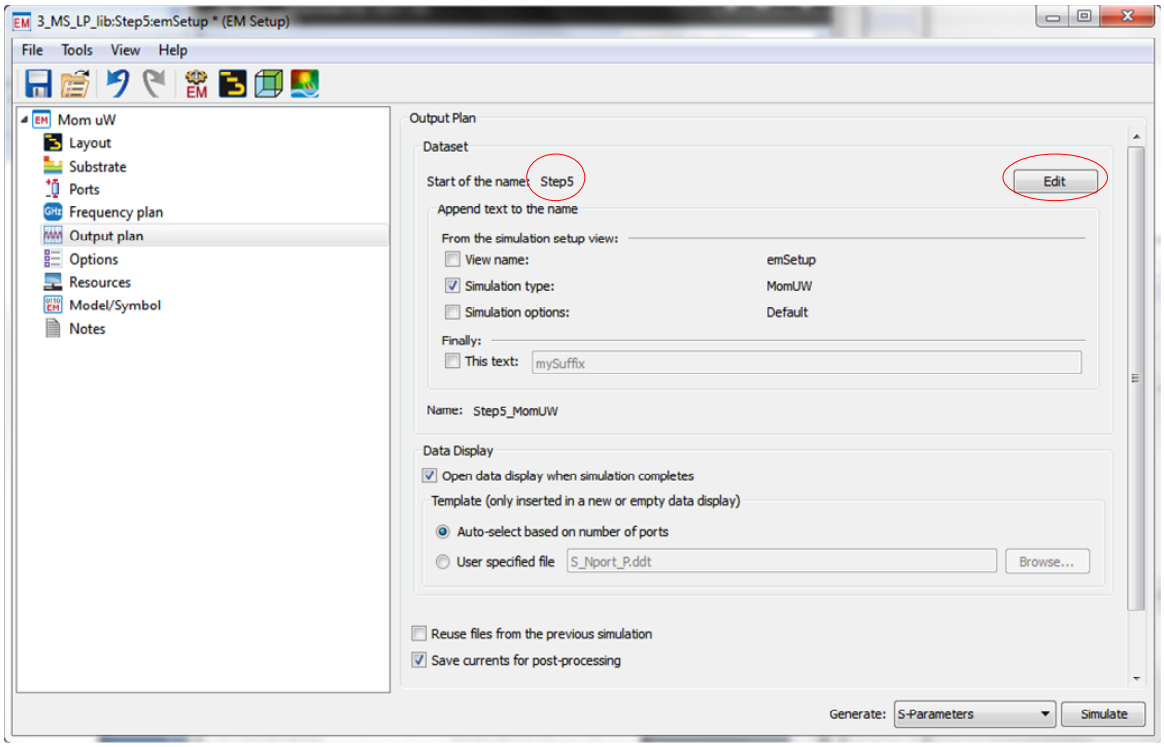


Frequenzplan:

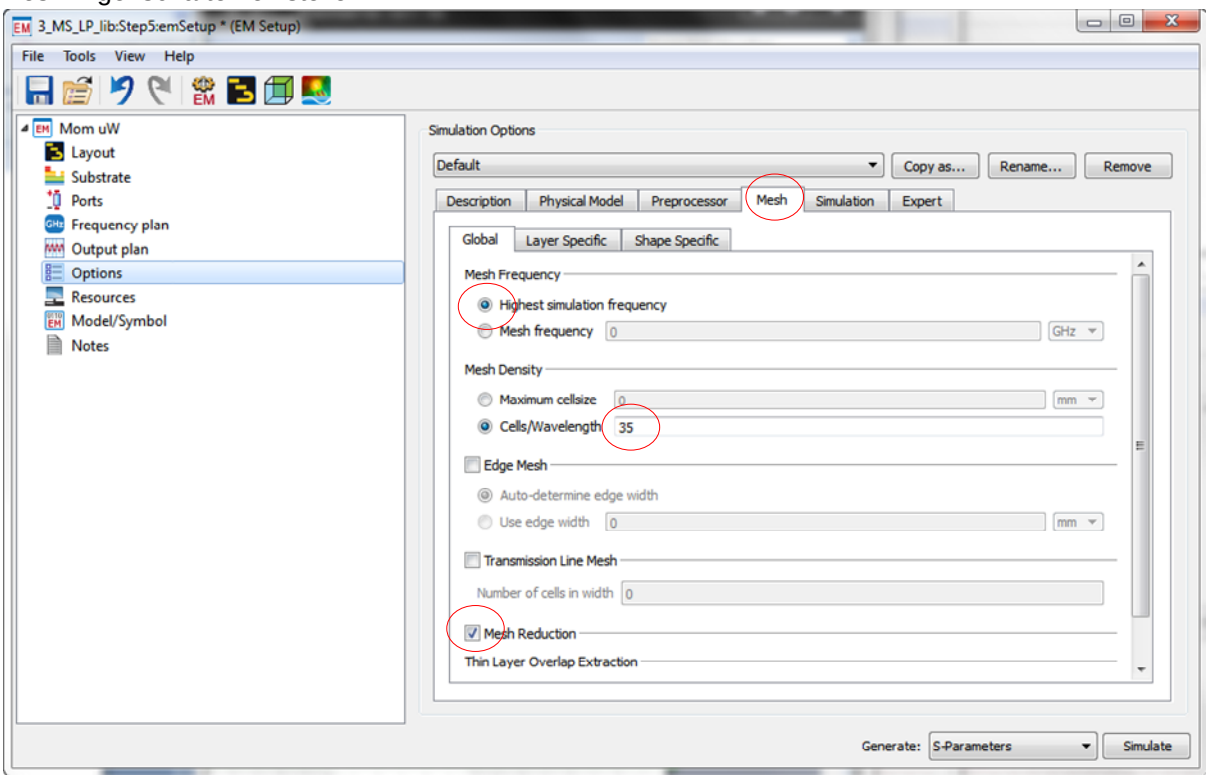


Zum überprüfen der Simulationszeit Npts nur auf 2 einstellen.

Eventuell Dataset-Name ändern:

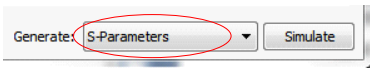


Mesh-Eigenschaften einstellen:



Für eine erste Kontrollsimulation ist ein grobes Mesh mit ca 20 Cells/Wavelength empfohlen.
Die Parameter für die restlichen Felder (Options, Ports, Recources, Model/Symbol, Notes) können auf den Defaultwerten belassen werden.

Start der Simulation:



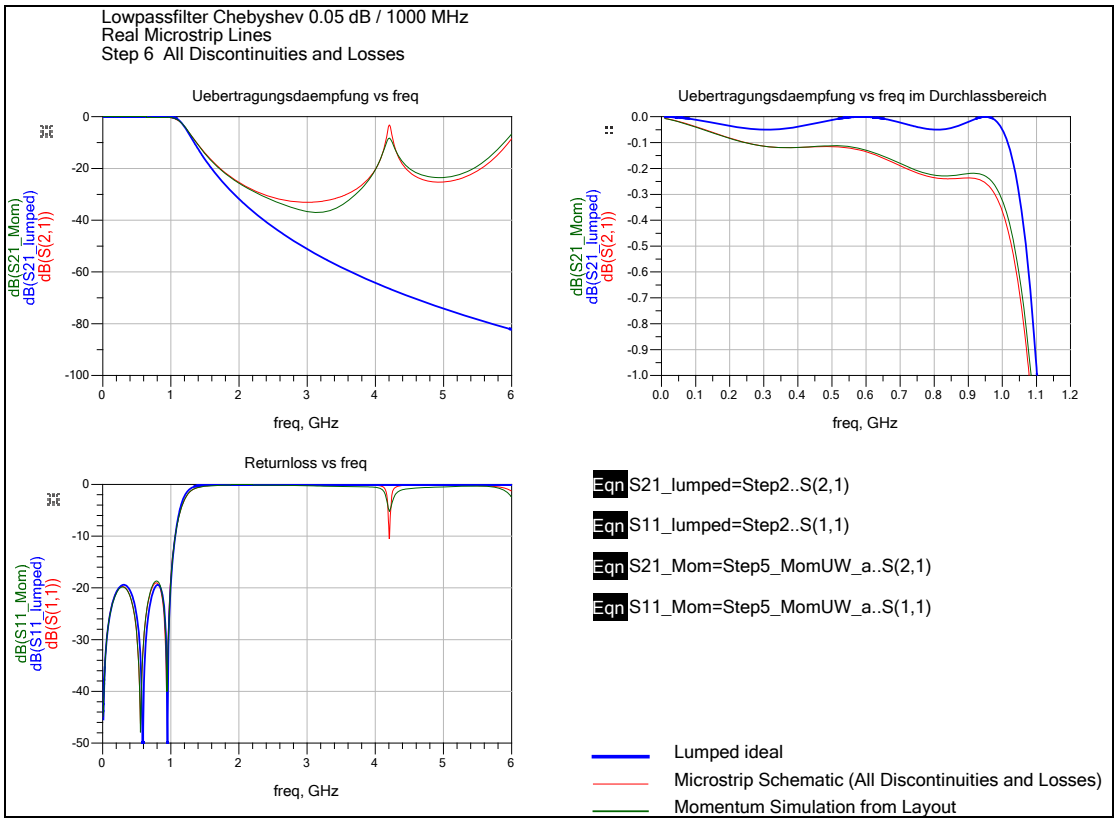
EM-Simulationen können je nach Rechner, Layoutstruktur und EM-Setup lange dauern. Eine Probesimulation mit grobem Mesh (20 Cells/Wavelaength) und wenigen Frequenzpunkten wird zur Abschätzung der Simulationszeit empfohlen.

Simulationszeit für obige Schaltung mit max. 25 Frequenzpunkten, 10 MHz bis 6 GHz,
35 Cell/Wavelength @ 6 GHz, Rechner Win7, 64 Bit, 8GB RAM, CPU Intel i5 750@2.67GHz:

ca 4 Minuten.

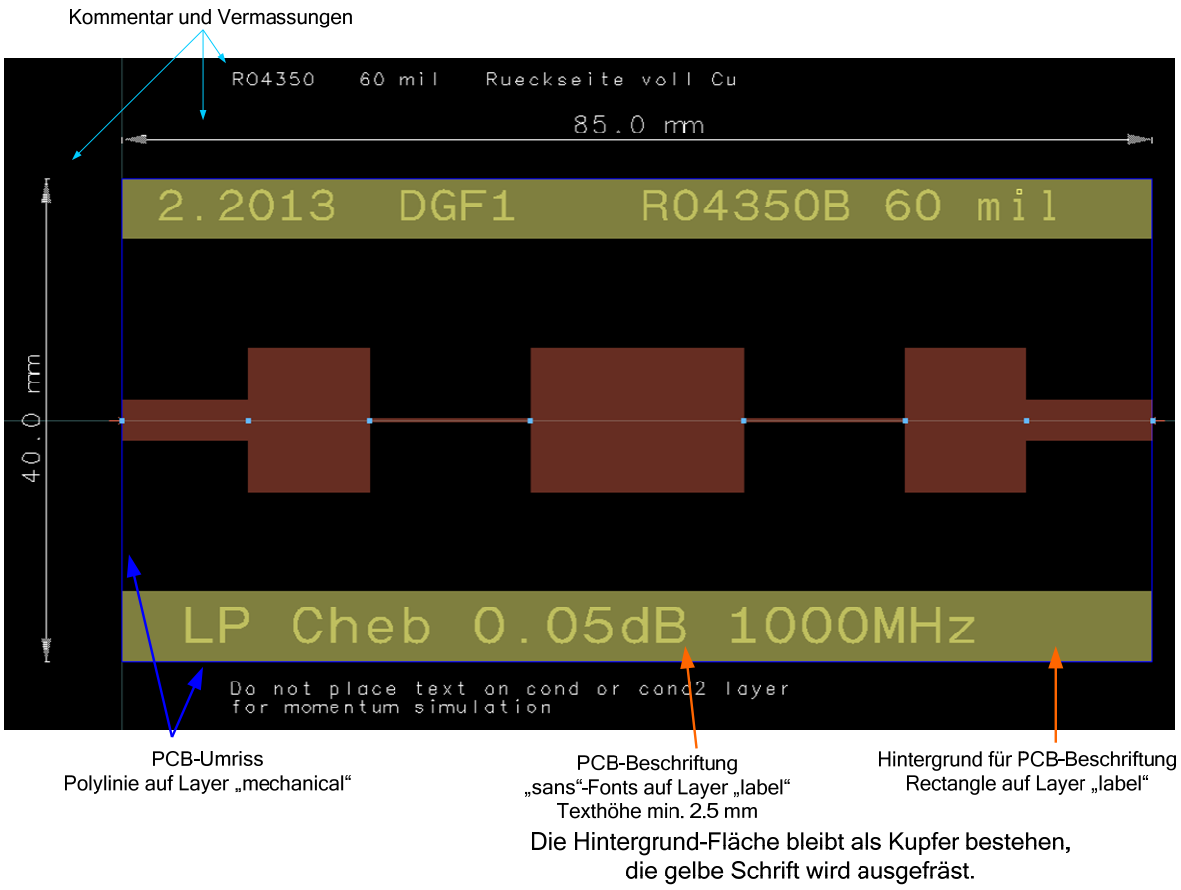
Simulationszeit für obige Schaltung mit max. 25 Frequenzpunkten, 10 MHz bis 6 GHz,
60 Cell/Wavelength @ 6 GHz, Rechner Win7, 64 Bit, 8GB RAM, CPU Intel i5 750@2.67GHz:

ca 20 Minuten.



Das Layout mit Beschriftung, Vermassung und PCB-Umriss ergänzen und Gerberfiles für Printherstellung erstellen.

- Zwei neue Layer („mechanical“ und „label“) erstellen.
  Siehe „*Student Quick Reference Guide“, Part 2,*
  9.4 Erstellung des Gerber-Files für die Printherstellung in unserem Labor
- PCB-Umriss mit Polylinie auf Layer „mechanical:drawing“ zeichnen
- Kommentar und Vermassung ausserhalb PCB, mit Insert>Text oder auf Layer „text:drawing“, Texthöhe min. 1.5 mm
- PCB-Beschriftung auf Layer „label.drawing“: Component-Palette: Block Text Fonts > sans, Texthöhe min. 2.5 mm
- Hintergrund für PCB-Beschriftung, Rectangle auf Layer „label.drawing“ zeichnen
- Erstellung des Gerber Files für die Printherstellung siehe
  „***Student Quick Reference Guide“, Part 2,***
  9.4 Erstellung des Gerber-Files für die Printherstellung in unserem Labor.



Weitere Dokumente

Für die vorliegenden Übungen sind folgende Dokumente hilfreich:

1. „Student Quick Reference Guide“, Part 1 und Part 2
2. Advanced Design System Quick Start”: adstour.pdf

Alle Dokumente sind auf Moodle abgelegt.