

MICROSWISS-Zentrum Nord-Ost
Ingenieurschule Rapperswil

Simulieren mit PSpice

**Eine Einführung in das DesignLab
Version 7.1 von MicroSim**

Autor: Daniel Brugger
Version: 3.2
Datum: 02. März 1998
File: Sim_ospice_32.doc

Inhaltsverzeichnis

1 EINFÜHRUNG - SCHEMA ZEICHNEN	4
1.1 EINFÜHRUNGSBEISPIEL	4
1.2 ARBEITSSCHRITTE	4
1.3 BAUTEILE AUS DER LIBRARY HOLEN UND PLAZIEREN	5
1.4 VERWENDETE LIBRARYS IM BEISPIEL	5
1.5 SCHEMABEFEHLE	6
1.6 BAUTEILE, QUELLEN EINSTELLEN UND LEITUNGEN BESCHRIFTEN	6
1.7 WICHTIGE EINSTELLUNGEN IM SCHEMAEDITOR	6
2 EINFÜHRUNG - SIMULIEREN	7
2.1 ARBEITSSCHRITTE	7
2.2 SIMULATOR FÜR DIE DC-SIMULATION EINSTELLEN	7
2.3 SIMULATOR STARTEN	8
2.4 NETZLISTE UND AUSGABEFILE	8
2.5 PROBE - DIE GRAFISCHE AUSGABE	9
2.6 AC-SIMULATION	10
2.7 TRANSIENTEN-SIMULATION	11
3 BIBLIOTHEKEN UND SIGNALQUELLEN	12
3.1 BIBLIOTHEKEN	12
3.2 GLEICH- UND WECHSELSTROM SIGNALQUELLEN	13
3.3 TRANSIENTEN SIGNALQUELLEN	13
4 GLEICHSTROMANALYSE	15
4.1 GLEICHSTROMÜBERTRAGUNGSFUNKTION (DC SWEEP)	15
4.2 KLEINSIGNAL-ÜBERTRAGUNGSFUNKTION	16
4.3 EMPFINDLICHKEIT (SENSITIVITY ANALYSIS)	17
5 ANALYSE IM FREQUENZBEREICH	18
5.1 FREQUENZGANG (AC-SWEEP)	18
5.2 RAUSCHANALYSE (NOISE ANALYSIS)	19
6 ANALYSE IM ZEITBEREICH	20
6.1 TRANSIENTEN-ANALYSE	20
6.2 SPEKTRALANALYSE	21

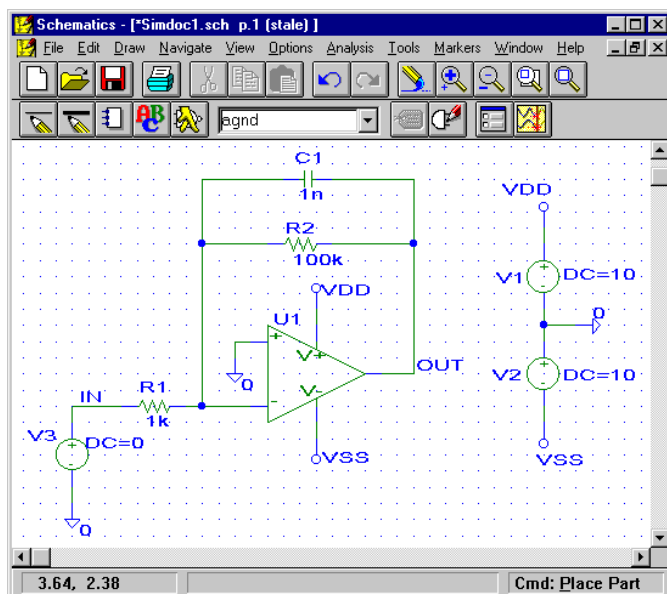
7 ZUSÄTZLICHE MÖGLICHKEITEN	22
7.1 STATISTISCHE ANALYSE (MONTE-CARLO-ANALYSE)	22
7.2 WORST-CASE-ANALYSE	23
7.3 PARAMETER-ANALYSE	24
8 LIBRARYS, SYMBOLE, SUBCIRCUITS UND MODELLE	25
8.1 ERSTELLEN EINER NEUEN LIBRARY UND EINES NEUEN MODELLS	25
8.2 EINFÜGEN EINER BESTEHENDEN LIBRARY	27
9 SCHEMAZEICHNEN MIT HIERARCHIEN	28
9.1 SCHEMA MIT HIERARCHIE UND BLÖCKEN	28
9.2 UMWANDELN EINES BLOCKS IN EIN SYMBOL	29
9.3 ERZEUGEN EINES SYMBOLS FÜR EIN BESTEHENDES SCHEMA	30

1 EINFÜHRUNG - SCHEMA ZEICHNEN

1.1 Einführungsbeispiel

Als Einführungsbeispiel möchte ich Ihnen zeigen wie man eine DC- / AC- und eine Transientenanalyse macht. In den weiteren Kapiteln werden die Bibliotheken, die Signalquellen, die Analysearten und der Umgang mit Librarys genauer beschrieben.

Als Beispiel wähle ich eine Operationsverstärkerschaltung mit einem Tiefpass.



1.2 Arbeitsschritte

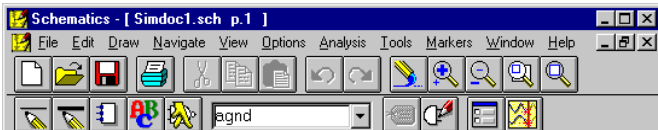
Beim Schemazeichnen gibt es folgende Arbeitsschritte:

- Bauteile aus der Library holen, platzieren, einstellen und eventuell verschieben.
- Bauteile miteinander verbinden
- Quellen einstellen

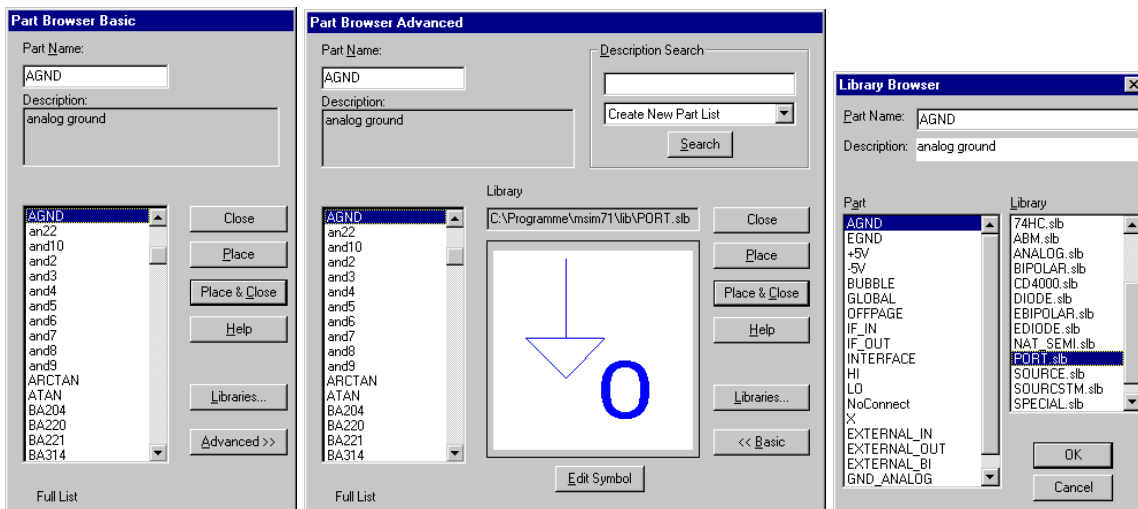
1.3 Bauteile aus der Library holen und plazieren

Es gibt zwei Arten wie man Bauteile holen kann:

- Direkteingabe der genauen Bezeichnung oben in der Symbolliste



- Im Menu Draw - Get New Part (Ctrl G)



Hier sind die drei möglichen Einstellungen mit dem Library-Browser dargestellt.

Bei der **Basic** und der **Advanced** Darstellung kann man oben den Namen des Elementes eingeben. Bei der **Advanced** Darstellung wird zusätzlich das Symbol und der Libraryname dargestellt. Bei der **Libraries** Darstellung wählt man zuerst die Library auf der rechten Seite, danach das Element auf der linken Seite und dann OK.

Nach der Wahl des Elementes wählt man **Place**, wenn man noch andere Elemente holen will, bzw. **Place & Close** wenn man nur ein Element holen will.

1.4 Verwendete Librarys im Beispiel

Jedes Schema braucht einen Knoten 0 als Referenzpunkt (z.B. bei **agnd** enthalten).

- Analog.slb: Widerstand **R**, Kondensator **C**
- Port.slb: Masse **agnd**, Anschlusspin **bubble**
- Source.slb: Spannungsquelle **vsrc**
- Nat_semi.slb: Operationsverstärker **LM324/NS**

1.5 Schemabefehle

Mit den folgenden Befehlen kann man Operationen mit den Elementen machen:

- Bauteile verbinden: Draw - Wire Ctrl W
- Bauteil rotieren: Edit - Rotate Ctrl R
- Bauteil spiegeln: Edit - Flip Ctrl F
- Neuzeichnen: View - Redraw Ctrl L
- Optimale Anzeige: View - Fit Ctrl N

1.6 Bauteile, Quellen einstellen und Leitungen beschriften

- Allgemeiner Hinweis: Im PSpice gilt **m** für **Milli** und **Meg** für **Mega**.
- Widerstand und Kondensator: Doppelklick auf den Zahlenwert
- Quellen und Anschlusspin: Doppelklick auf das Bauelement
Den DC-Wert wird unter DC eingegeben.
Die anderen Quellen sind im Abschnitt Signalquellen beschrieben.
- Leitungen: Doppelklick auf Leitung (z.B. OUT eingeben)

1.7 Wichtige Einstellungen im Schemaeditor

- Papiergrösse: Options - Page Size
- Anzeige: Options - Set Display Levels
Wahl der Beschriftungen (z.B. Name, Nummer), die angezeigt werden.
- Rubberband: Options - Display Options
Mit dieser Option werden die Verbindungen mitgezogen.

2 EINFÜHRUNG - SIMULIEREN

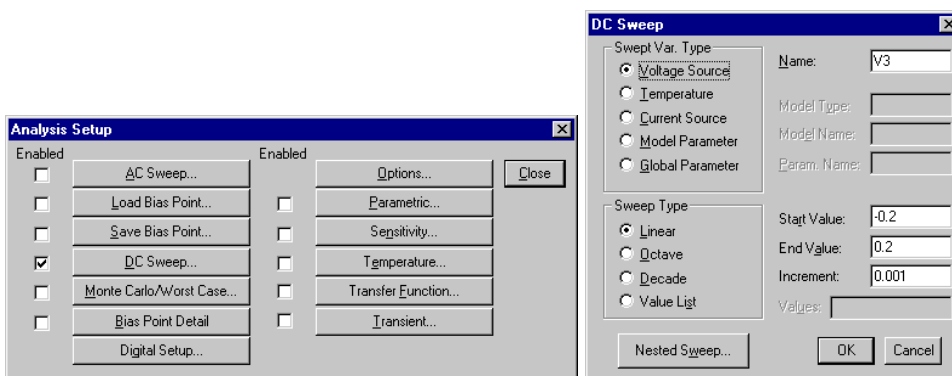
2.1 Arbeitsschritte

Beim Simulieren gibt es folgende Arbeitsschritte:

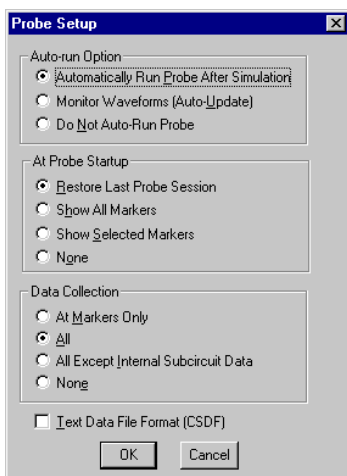
- Simulator einstellen (Analyseart und Optionen)
- Simulation starten
- Resultat im Ausgabefenster und auf dem Schema anzeigen lassen.

2.2 Simulator für die DC-Simulation einstellen

- Unter **Analysis - Setup** das Kästchen neben DC Sweep aktivieren, alle anderen deaktivieren und auf **DC Sweep** klicken. Es erscheint das DC Sweep Fenster. Geben Sie die Werte folgendermassen ein und klicken OK und Close.

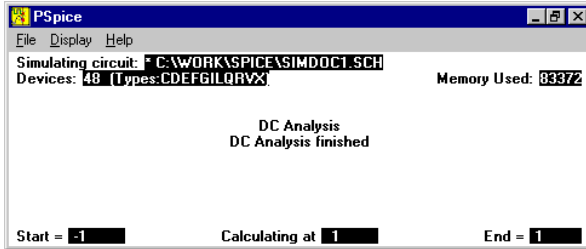


- Stellen Sie unter **Analysis - Probe Setup** folgende Einstellungen ein: Die grafische Ausgabe zeigt nun automatisch die letzte Einstellung.



2.3 Simulator starten

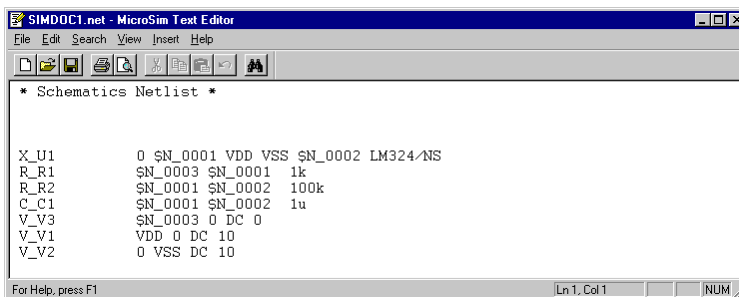
- Starten Sie den Simulator mit **Analysis - Simulate** (oder mit F11 oder auch mit dem rechten gelben Icon der Symbolleiste). Es erscheint der Simulator. Das folgende Bild zeigt den Zustand nach der Simulation:



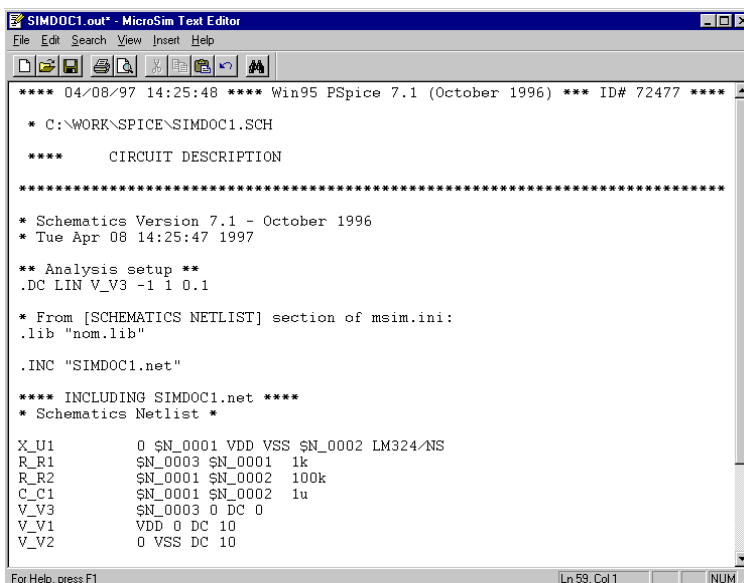
2.4 Netzliste und Ausgabe file

Bevor wir zur grafischen Ausgabe gehen, möchte ich Ihnen die zwei Files vorstellen, die bei einer Simulation automatisch gemacht werden:

- Klicken Sie auf **Analysis - Examine Netlist**. Dieses File zeigt die Netzliste vom gezeichneten Schema an wenn man keinen Fehler gemacht hat.

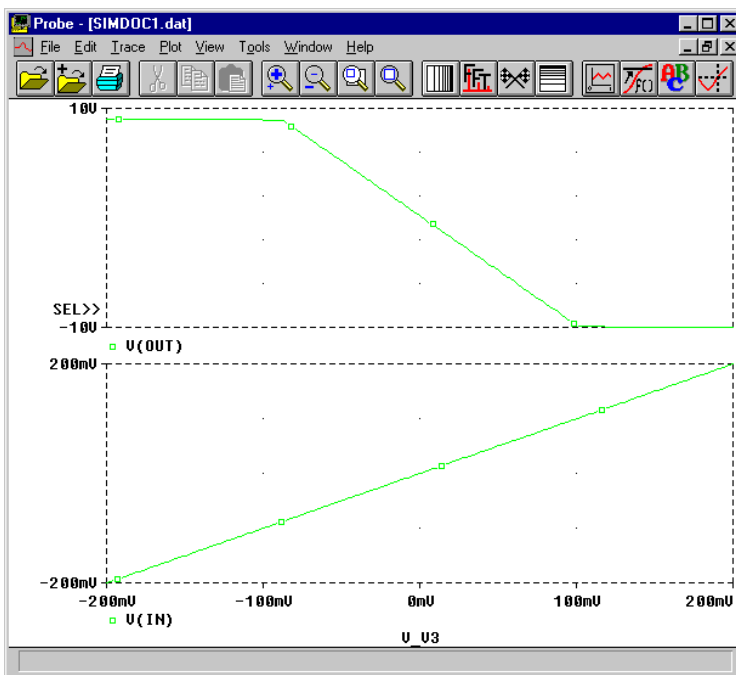
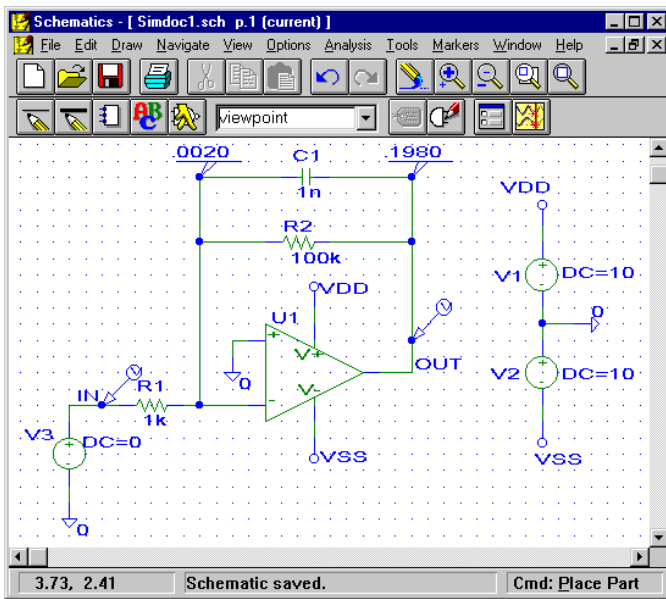


- Klicken Sie auf **Analysis - Examine Output**. Dieses File zeigt alle Abläufe bei der Simulation an. Es ist vor allem dann wichtig wenn die Simulation nicht startet (z.B. fehlende Bibliotheken, nicht gesetzt Werte, keinen Arbeitspunkt oder 0 Knoten).



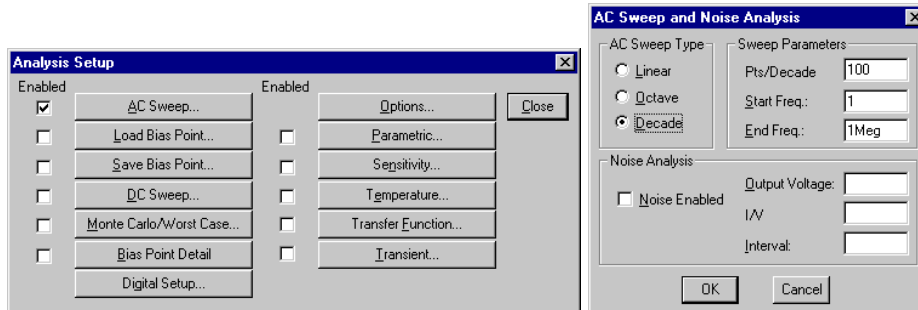
2.5 Probe - Die grafische Ausgabe

- Im Fenster Schematics unter **Markers - Mark Voltage/Level** (Ctrl M) den Spannungs-Marker wählen und die Spitze an den Ausgang und an den Eingang legen.
- Mit dem Element **Viewpoint** sieht man den DC-Arbeitspunkt (**Iprobe** für Ströme).
- Im Fenster Probe unter **Trace - Add** kann man auch ein Signal wählen, sowie mathematische Funktionen (z.B. MAX(V(OUT))).
- Mit **Plot - Add Plot** erscheint ein weiteres Diagramm.
- Der Cursor befindet sich im Menu **Tools - Cursor - Display** (Kurve - Symbol). Mit der linken bzw. der rechten Maustaste hat man je ein Cursor zur Verfügung.

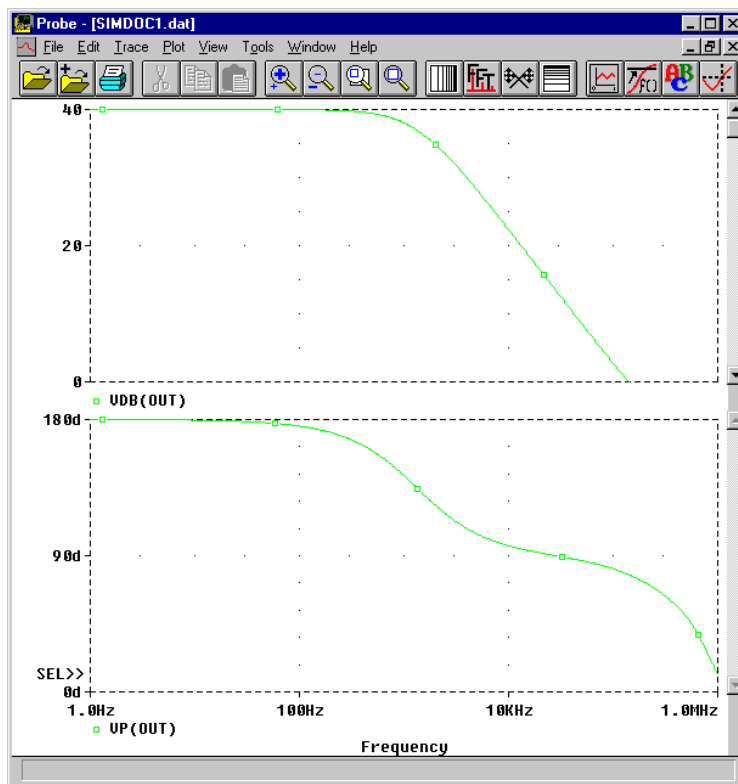


2.6 AC-Simulation

- Geben sie bei der Eingangsquelle AC=1 ein (Doppelklick auf Quelle).
- Stellen Sie die AC-Analyse ein (**Analysis - Setup**).



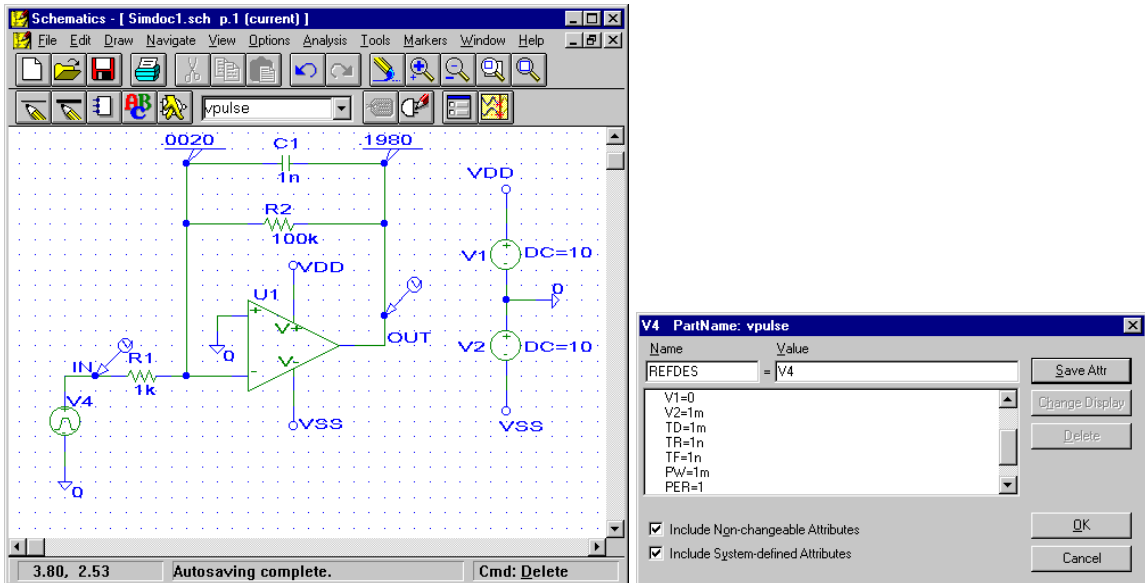
- Starten Sie den Simulator (**Analysis - Simulate**, F11, gelbe Schaltfläche)
- Benützen Sie jetzt den **Vdb** und den **Vphase-Marker** im **Menu Markers - Mark Advanced** und setzen Sie sie an den Ausgang der Schaltung.
- Der gewünschte Bereich der X bzw. Y-Achse kann mit einem Doppelklick auf die Beschriftung der Achsen eingestellt werden.



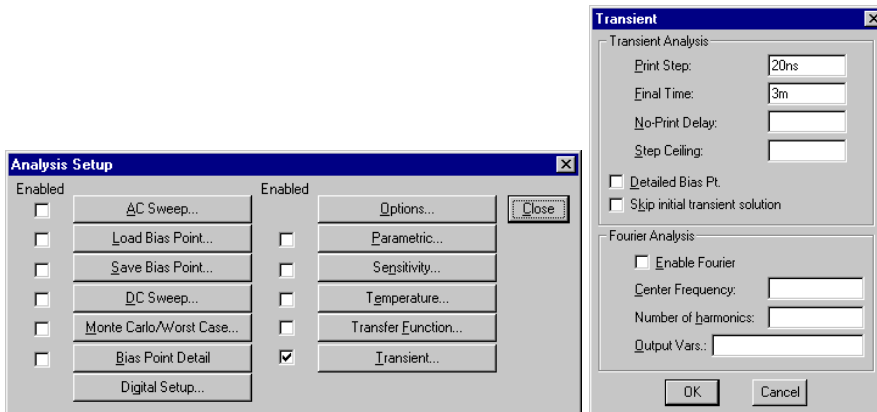
- **Kommentar zur Simulation:**
 Das Resultat zeigt die erwartete Verstärkung von 40db = 100. Die AC-Simulation linearisiert die Schaltung im DC-Arbeitspunkt d.h. aus diesem Grund kann die Grösse der AC-Quelle frei gewählt werden. Wenn man am Eingang 1 wählt erhält man direkt die Verstärkung der Schaltung.

2.7 Transienten-Simulation

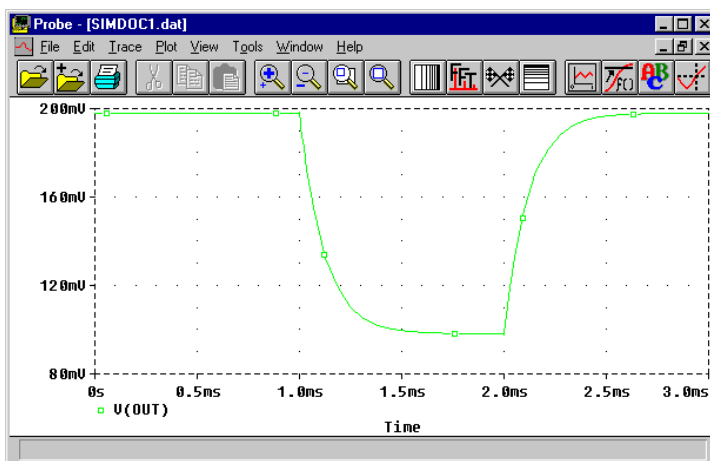
- Wählen Sie als Eingangsquelle die **Vpulse** Quelle aus und stellen Sie sie ein:



- Stellen Sie die Transienten-Analyse ein und starten Sie den Simulator:



- Das Resultat der Transienten-Analyse: Operationsverstärker mit Offset



3 BIBLIOTHEKEN UND SIGNALQUELLEN

3.1 Bibliotheken

Die folgende Übersicht zeigt einen Teil der Bibliothek von PSpice:

Bibliothek	Beschreibung
ABM.SLB	Mathematische Funktionen BANDPASS, DIFFER, ETABLE, GAIN, GTABLE, HIPASS, INTEG, LAPLACE, SUM
ANALOG.SLB	Kondensator, gesteuerte Quellen, Induktivität, Widerstand, Trafo C, E, F, G, H, L, R, T
BIPOLAR.SLB	Bipolartransistoren DH., MM., MPS., MRH., NS., PN., Q2N., TN..
CD4000.SLB 7400.SLB 74HC.SLB	Digitale CMOS-Schaltungen
DIODE.SLB	Dioden CR., D1N., J., JR., MBR., MLL., MR., MUR., MV..
EBIPOLAR.SLB	Bipolartransistoren BC., BS..
EDIODE.SLB	Dioden BA..
NAT_SEMI.SLB	Operationsverstärker LF., LM..
PORT.SLB	Anschlusssymbole AGND (Masse), BUBBLE (Bezeichnung eines Anschlusses), INTERFACE, IF_IN, IF_OUT (Subcircuit-Anschluss Bezeichnungen)
SOURCE.SLB	Spannungs- und Strom-Quellen V., I.. VDC, VAC, VSRC, VSIN, VPULSE, FILESTIM, DIGCLOCK
SPECIAL.SLB	Spezielle Symbole IC1 (Vorgabe einer Spannung bei Konvergenzproblemen), IPROBE (Messung des DC-Stromes), PARAM (Einstellen der Variablen der Parameteranalyse), VIEWPOINT (Messung der DC-Spannung), INCLUDE (Lokales Einbinden von Files wie Libraries)

3.2 Gleich- und Wechselstrom Signalquellen

Die Parameter dieser Quellen sind auch in jeder Quelle für die Transientenanalyse enthalten.

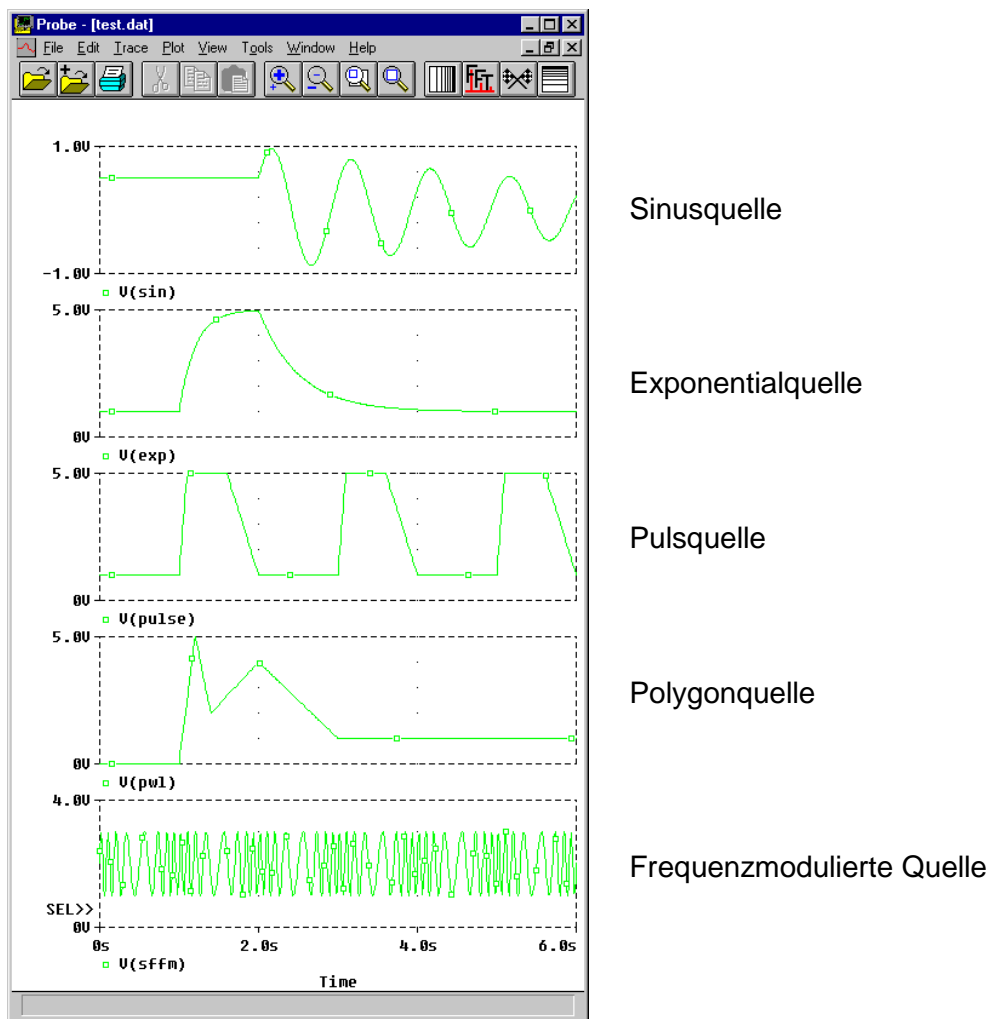
- VSRC Gleich- und Wechselstromquelle
- VDC Gleichstromquelle
- VAC Wechselstromquelle

Jede Quelle hat die folgenden zwei Parameter:

- Mit dem Parameter DC wird der Gleichstromarbeitspunkt bestimmt. Mit den beiden Parametern Viewpoint und Iprobe können diese Werte abgefragt werden.
- Der Parameter AC ist nur bei der AC-Analyse aktiv.

3.3 Transienten Signalquellen

Die folgende Grafik zeigt alle Signalquellen. Die Parameter der einzelnen Quellen sind auf der folgenden Seite erklärt.



- VSIN Sinusquelle

Parameter	Bedeutung	Beispiel
VOFF	Offsetspannung [V]	0
VAMPL	Amplitude [V]	1
FREQ	Frequenz [Hz]	1
TD	Verzögerungszeit [s]	2
DF	Dämpfungsfaktor [1/s]	0.2
PHASE	Phasenverschiebung [Grad}	30

- VEXP Exponentialquelle

Parameter	Bedeutung	Beispiel
V1	Startwert der Spannung [V]	1
V2	Spitzenwert der Spannung [V]	5
TD1	Anstiegsverzögerung [s]	1
TC1	Anstiegszeitkonstante [s]	0.2
TD2	Abfallverzögerung [s]	2
TC2	Abfallzeitkonstante [s]	0.5

- VPULSE Pulsquelle

Parameter	Bedeutung	Beispiel
V1	Startwert der Spannung [V]	1
V2	Spitzenwert der Spannung [V]	5
TD	Initialverzögerung [Hz]	1
TR	Anstiegszeit [s]	0.1
TF	Abfallzeit [s]	0.4
PW	Pulsbreite [s]	0.5
PER	Periodendauer [s]	2

- VPWL Polygonquelle

Parameter	Bedeutung	Beispiel
T1 T2 T3 Tn	Zeitpunkt [s]	0.0 1.0 1.2 1.4 2.0 3.0
V1 V2 V3 Vn	Amplitude [V]	0.0 0.0 5.0 2.0 4.0 1.0

- VSFFM Frequenzmodulierte Quelle

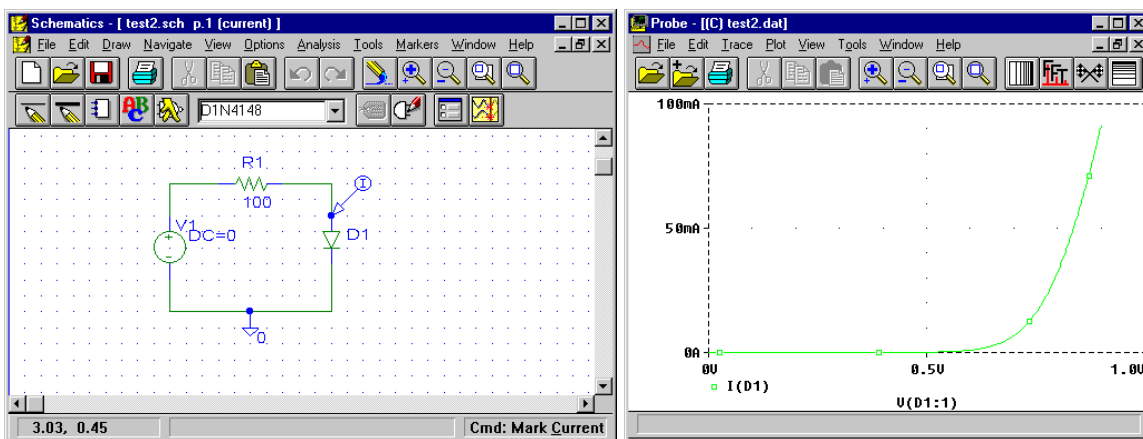
Parameter	Bedeutung	Beispiel
VOFF	Offsetspannung [V]	2
VAMPL	Amplitude [V]	1
FC	Trägerfrequenz [Hz]	8
MOD	Modulationsindex	4
FM	Signalfrequenz [Hz]	1

4 GLEICHSTROMANALYSE

4.1 Gleichstromübertragungsfunktion (DC Sweep)

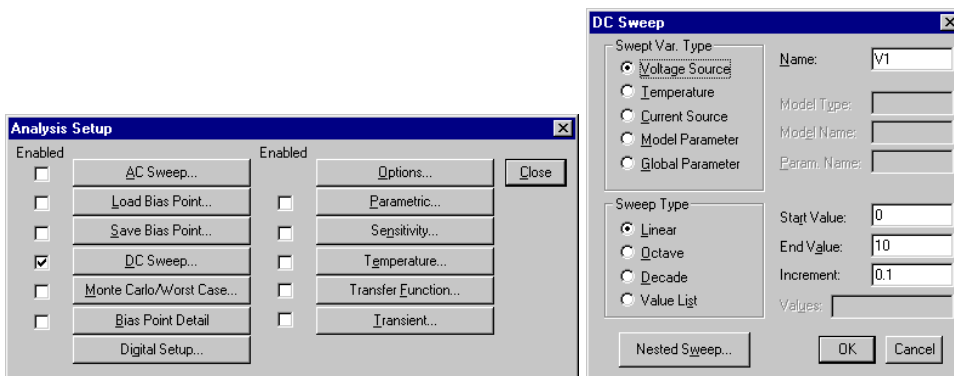
Die Gleichstromanalyse erlaubt das Durchlaufen eines bestimmten Wertebereiches einer Quelle, eines Modellparameters, eines globalen Parameters oder der Temperatur. Dabei werden Kondensatoren als Unterbruch und Induktivitäten als Kurzschluss bezeichnet.

- Das Beispiel zeigt eine Diodenkennlinie:



In der Probe kann man auch eine andere X-Achse als die Eingangsspannung wählen. Dies geschieht durch ein Doppelklick auf die X-Achse (**Plot - X Axis Settings**) und durch ein Klick auf **Axis - Variable**.

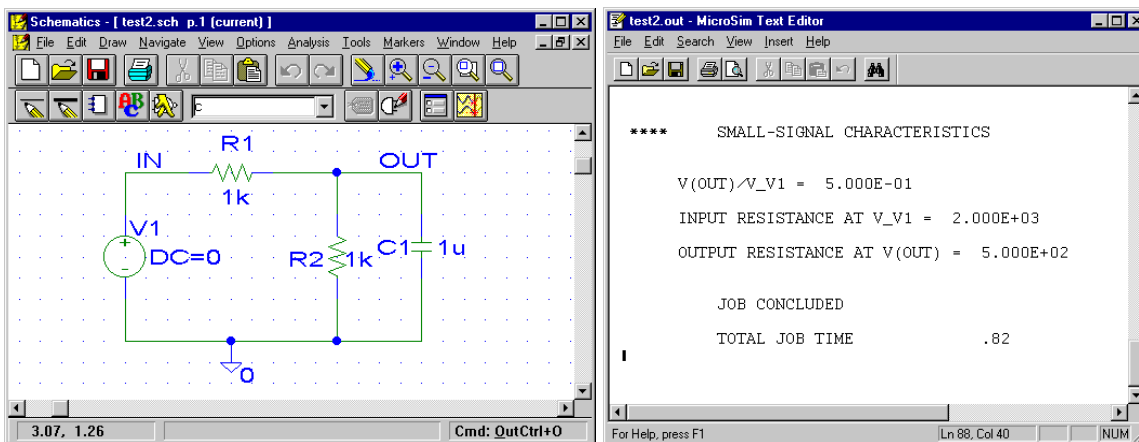
- Einstellungen für eine Gleichstromübertragungsfunktion Simulation:



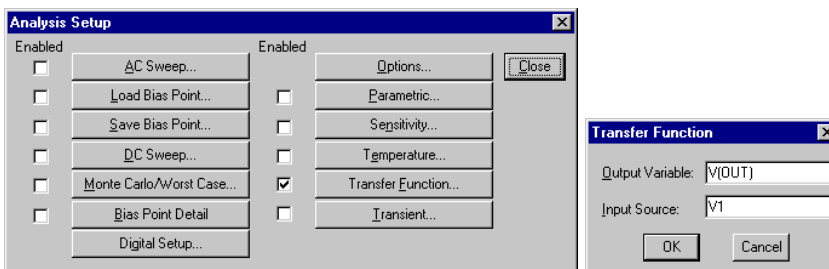
4.2 Kleinsignal-Übertragungsfunktion

Diese Analyse berechnet die DC-Werte der Verstärkung, des Eingangswiderstandes und des Ausgangswiderstandes durch Linearisierung der Schaltung im Arbeitspunkt. Die berechneten Werte sind im Menüpunkt **Analysis - Examine Output** sichtbar.

- Das Beispiel zeigt ein RC-Tiefpass:



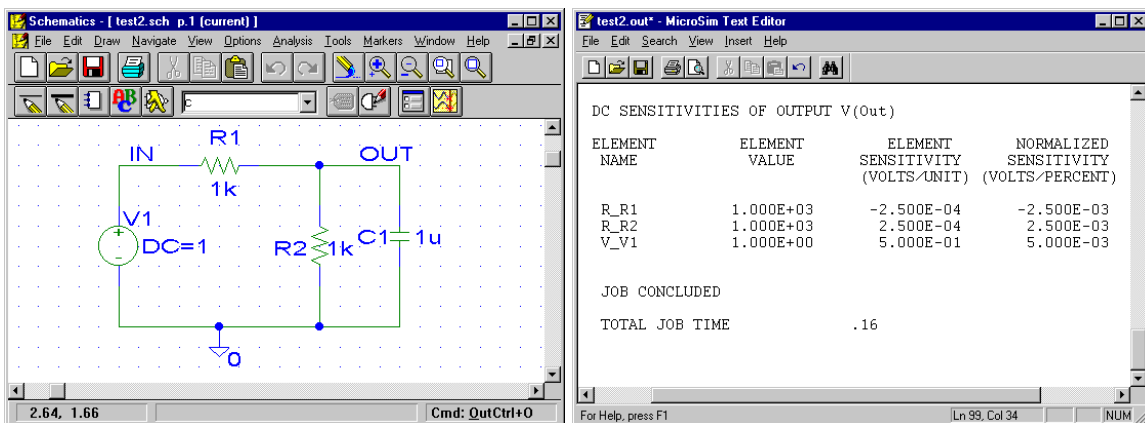
- Einstellungen für eine Kleinsignal-Übertragungsfunktion Simulation:



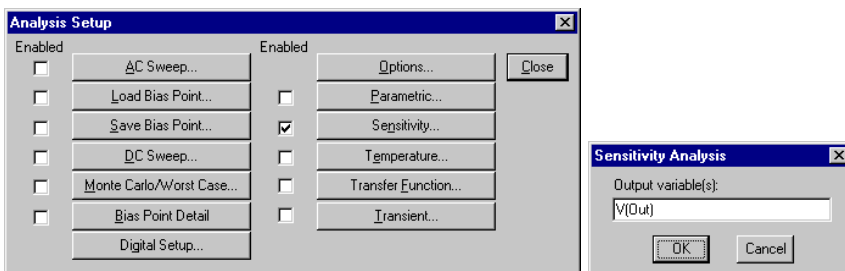
4.3 Empfindlichkeit (Sensitivity Analysis)

Diese Analyse berechnet die Empfindlichkeit, mit der die spezifizierten Knotenspannungen und Zweigströme von allen Bauelementen im Schaltkreis abhängen.

- Das Beispiel zeigt die Empfindlichkeit der Ausgangsspannung von allen Bauelementen.



- Einstellungen für eine Empfindlichkeit Simulation:

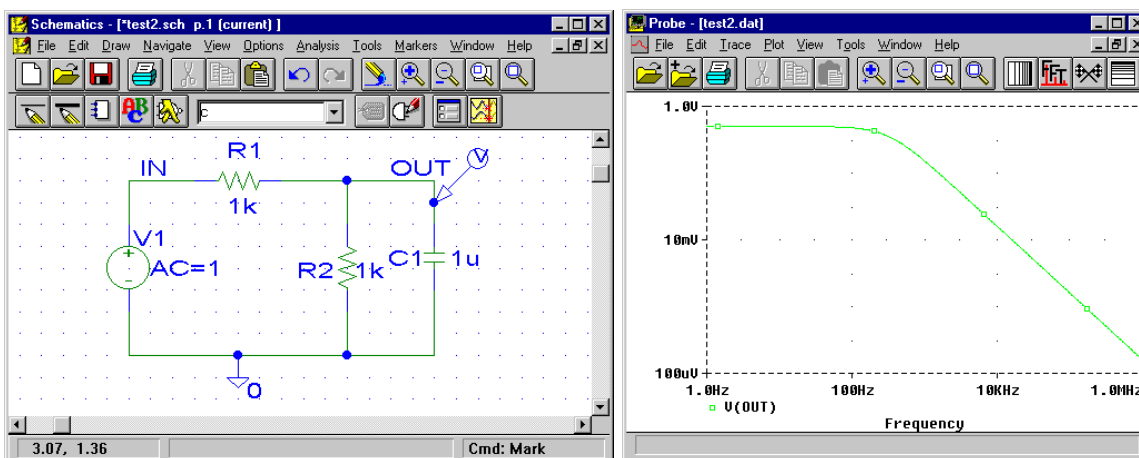


5 ANALYSE IM FREQUENZBEREICH

5.1 Frequenzgang (AC-Sweep)

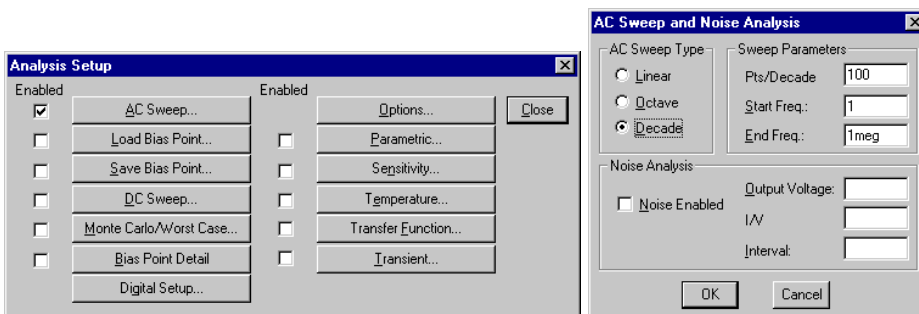
Die Analysen im Frequenzbereich sind generell Kleinsignal-Analysen mit linearisierten Bauelementgleichungen und berücksichtigen keine Übersteuerung oder Arbeitspunktverschiebungen während der Analyse. Der Arbeitspunkt wird mittels den DC-Parametern der Quellen berechnet.

- Das Beispiel zeigt den Frequenzgang eines RC-Tiefpass:
In der Spannungsquelle (VSRG) muss eine AC-Spannung und meist auch eine DC-Spannung eingestellt sein.



Im Menu **Plot X/Y Axis Settings** (rechter Button in der Shortcutliste oben) wählt man eine lineare bzw. eine logarithmische Darstellung bzw. den Bereich.

- Einstellungen für eine Frequenzgang Simulation:



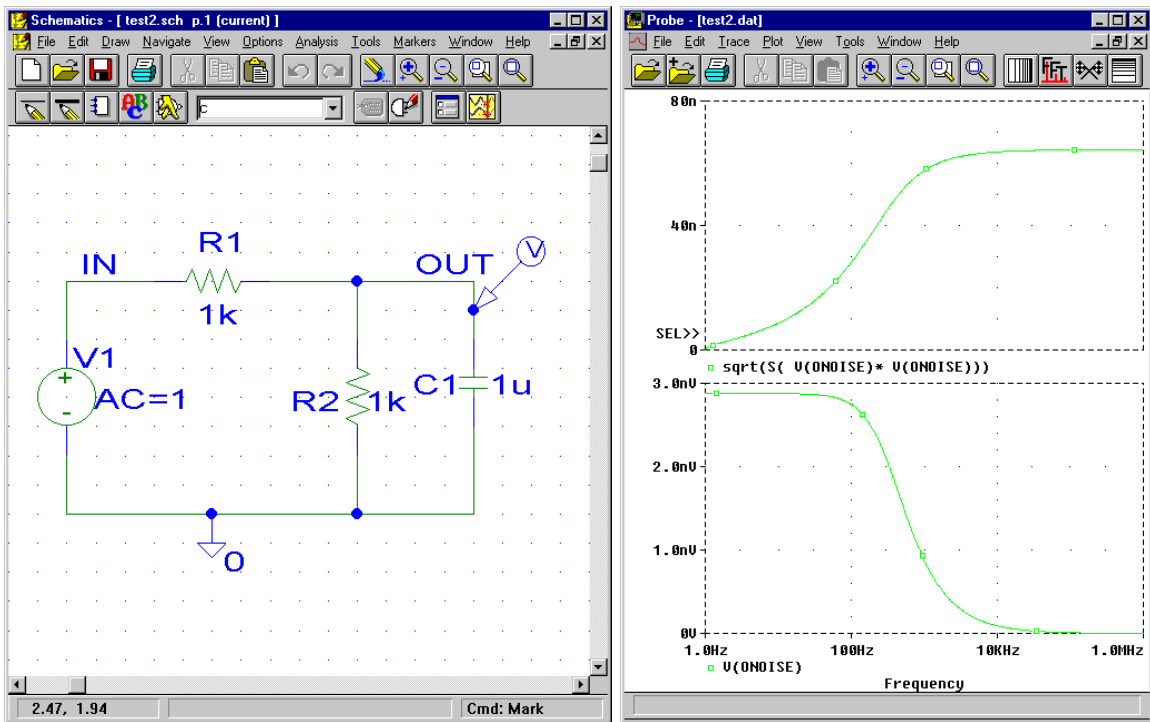
5.2 Rauschanalyse (Noise Analysis)

Die Rauschanalyse berechnet die Rauschbeiträge von jedem Bauelement in der Schaltung und bildet die Summe der Effektivwerte am spezifizierten Ausgangsknoten. Das Resultat wird in Volt pro Wurzel Hertz angegeben.

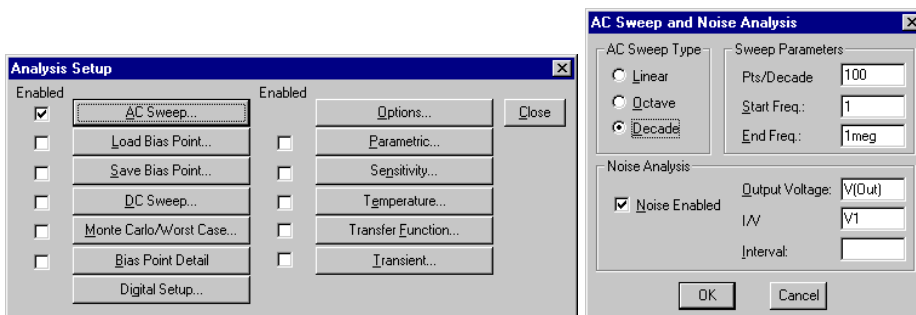
Das kumulierte Rauschen berechnet sich im Menu **Trace - Add - Trace Expression:**
 $\text{sqrt}(S(V(\text{ONOISE}) * V(\text{ONOISE})))$

Widerstand: $P_{\text{Noise}} = V_{\text{noise}}^2 / R = 4 k T B = 1.6 * 10^{-20} * B$ wobei B = Bandbreite

- Das Beispiel zeigt das Rauschen eines RC-Tiefpass:



- Einstellungen für eine Rauschanalyse:

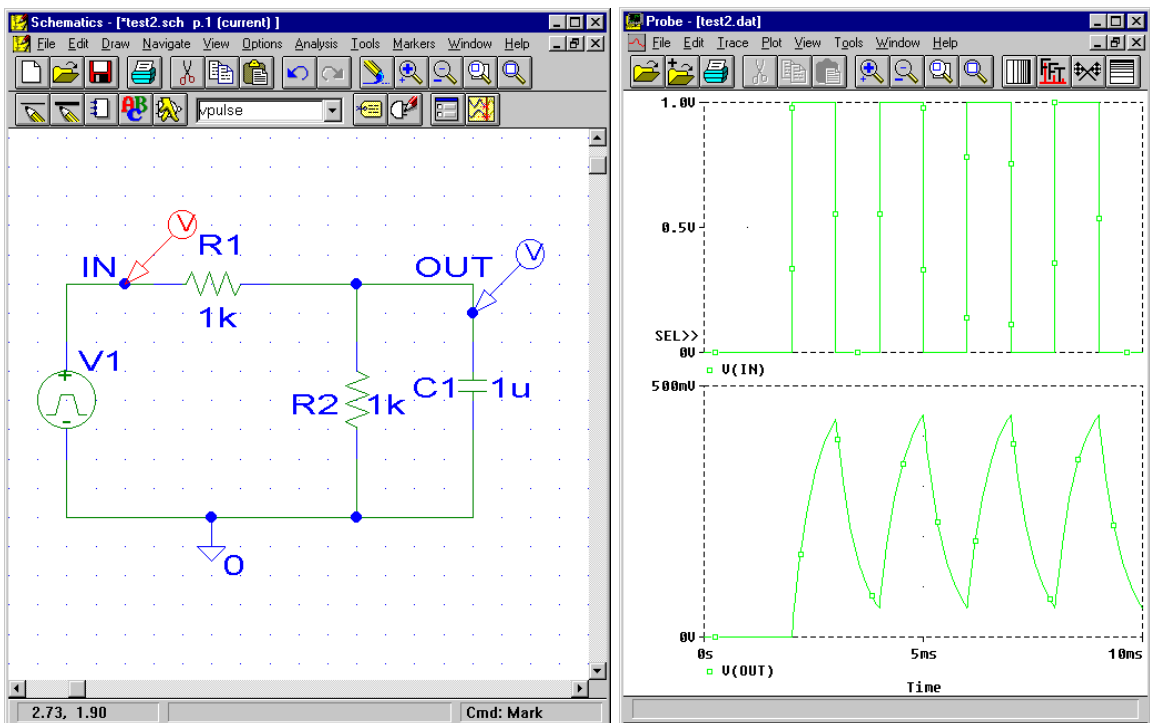


6 ANALYSE IM ZEITBEREICH

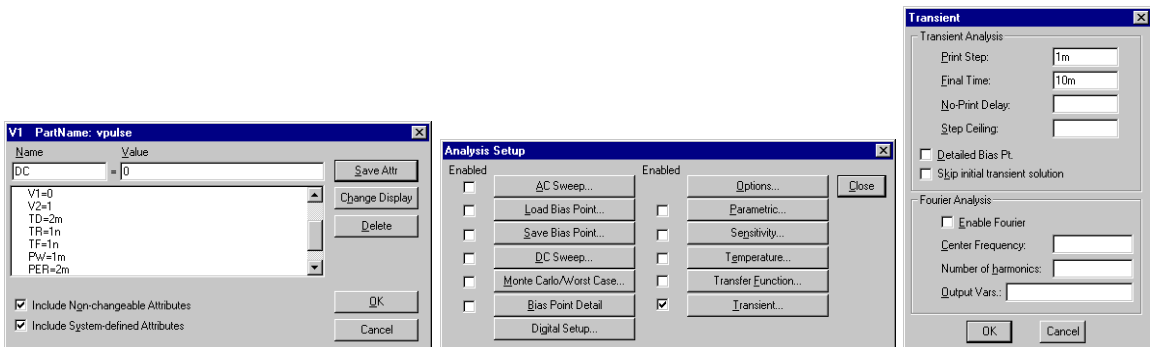
6.1 Transienten-Analyse

Eine Transienten-Analyse berechnet das Verhalten eines Schaltkreises über einen angegebenen Zeitraum.

- Das Beispiel zeigt das Einschaltverhalten eines RC-Tiefpass:
Die Quelle dieses Beispiels heisst Vpulse.



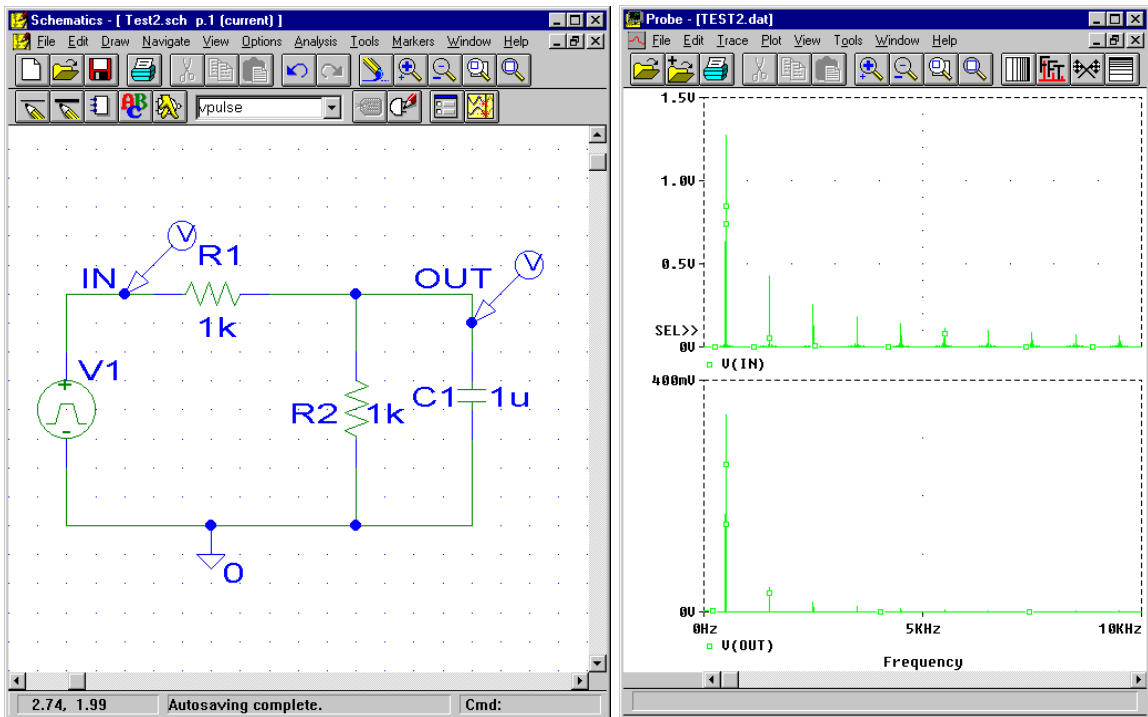
- Einstellungen bei der Transienten-Analyse:
 Print Step: Raster der grafischen Ausgabe Typisch: Final Time / 100
 Final Time: Dauer der Analyse
 No-Print Delay: Unterdrückung des Beginns
 Step Ceiling: maximale Schrittweite Default: Final Time / 50



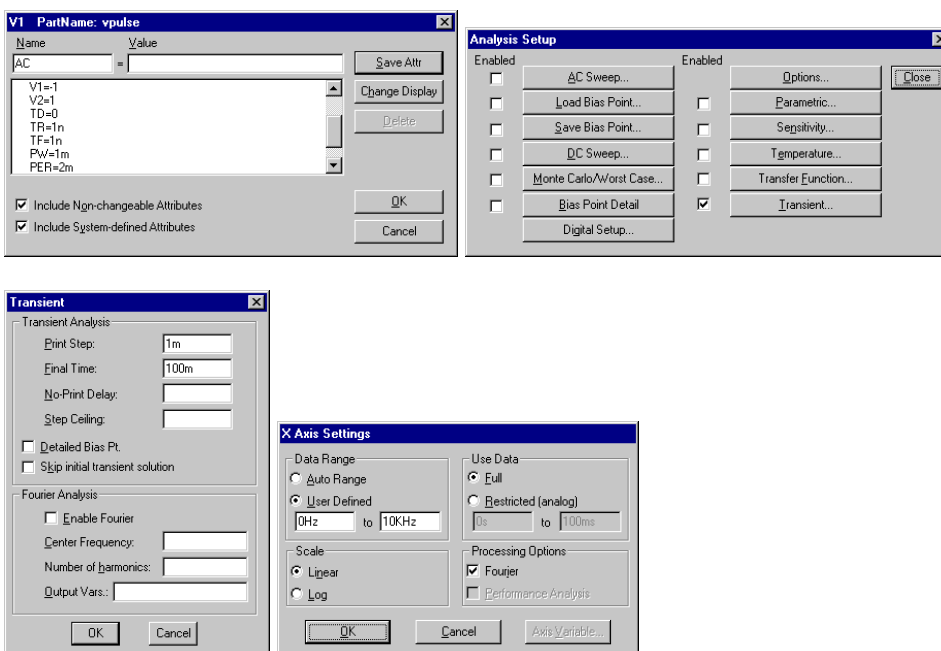
6.2 Spektralanalyse

Zusätzlich zur Transienten-Analyse kann noch eine Spektralanalyse des Signales aus der Zeitanalyse dargestellt werden. In der Probe kann zwischen der Zeit- und Spektraldarstellung unter **Plot - X Axis Settings** (oder das FFT-Symbol) umgeschaltet werden. Je mehr Schwingungen bei der Zeitanalyse vorhanden sind, desto genauer die Analyse und je kleiner der Wert bei Print Step, desto breiter der analysierte Frequenzbereich.

- Das Beispiel zeigt das Spektrum der Eingangsquelle und des Ausganges:



- Einstellungen für eine Spektralanalyse:

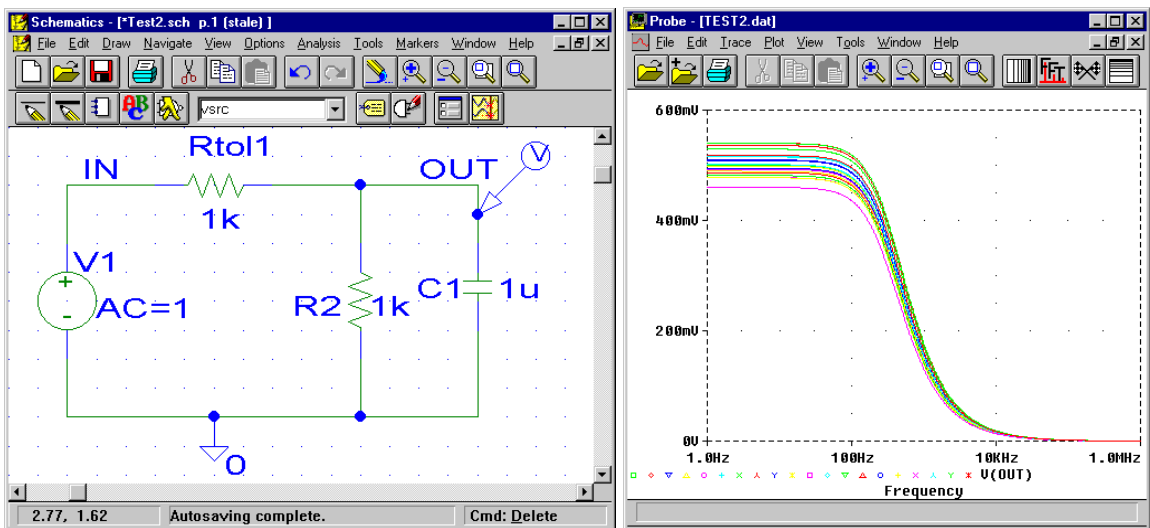


7 ZUSÄTZLICHE MÖGLICHKEITEN

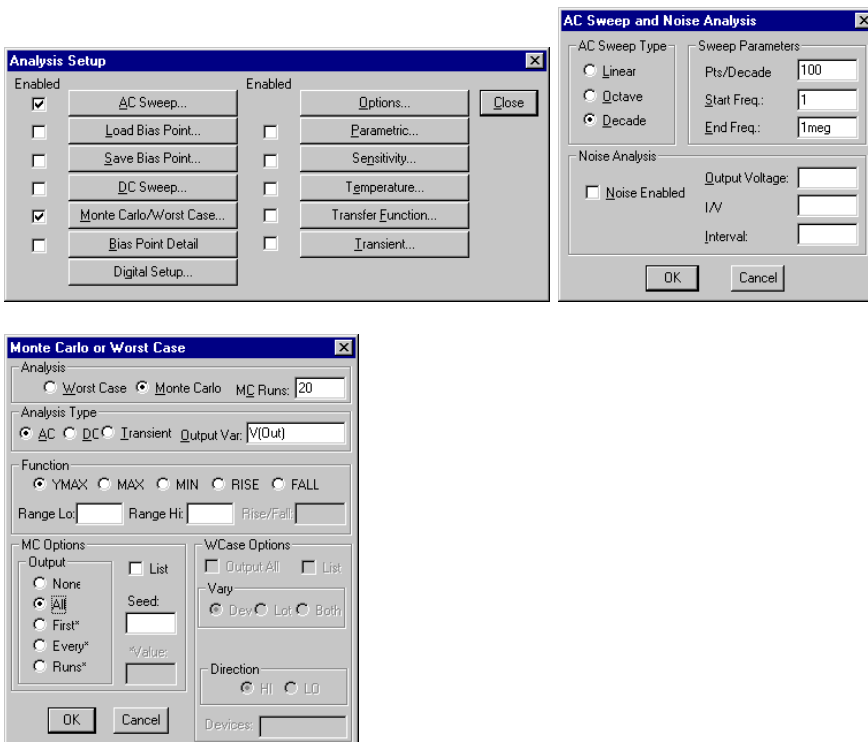
7.1 Statistische Analyse (Monte-Carlo-Analyse)

Bei der statistischen Analyse werden mehrfache Rechenvorgänge einer Simulationsart durchgeführt und dabei die toleranzbehafteten Bauteile zufällig variiert, die mit den Modelanweisungen **DEV** (unabhängig) und **LOT** (in der Gruppe) angegeben werden.

- Für diese Simulation wurde ein Widerstand Rtol1 mit Toleranz gemacht (siehe Kapitel 8).



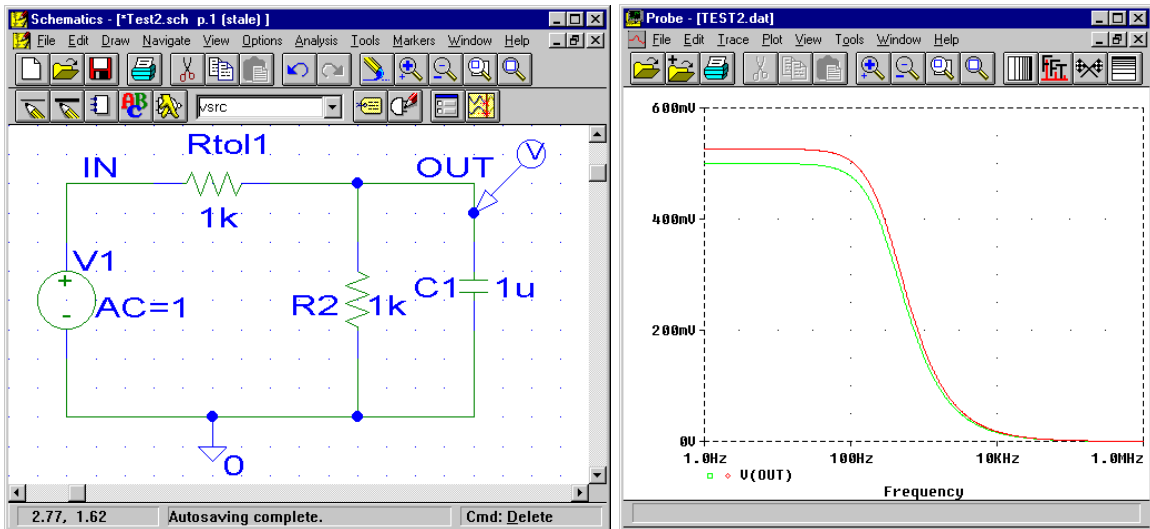
- Unter **Analysis** wählt man **Monte Carlo** mit der Anzahl Rechenvorgänge, unter **Analysis Type** die Analyseart mit der Variablen und unter **MC Options** die Ausgabart.



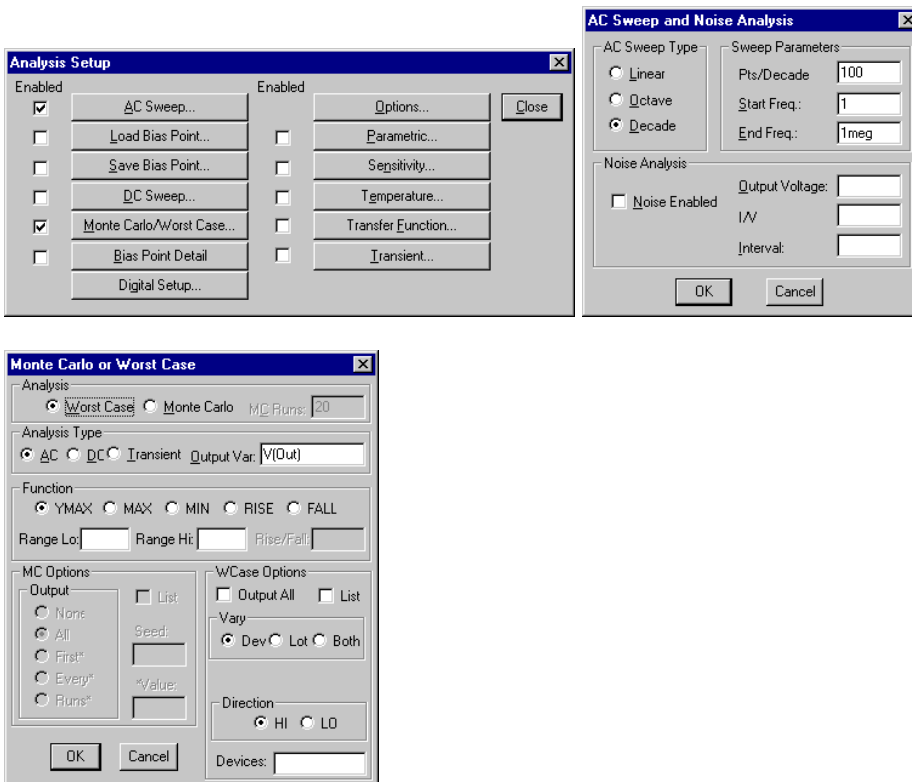
7.2 Worst-Case-Analyse

Die Worst-Case-Analyse sucht die maximale Abweichung vom Nominalwert. Sie wird immer zusammen mit einer anderen Analyseart (Frequenz-, Zeitanalyse) verwendet.

- Das Beispiel zeigt den Nominal- und den Maximalwert der Ausgangsspannung:



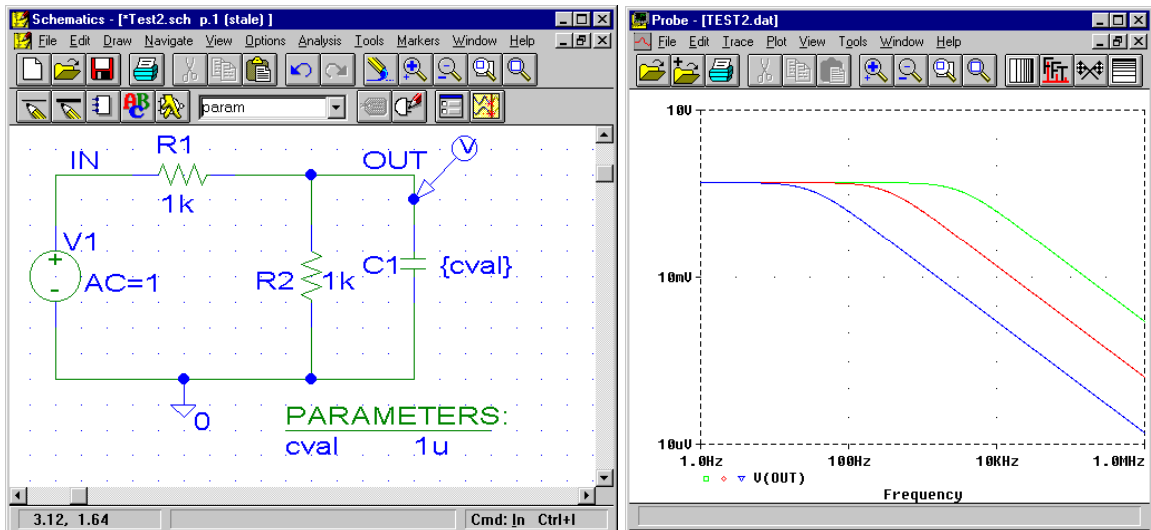
- Einstellungen für die Worst Case Analyse:
 Unter **Analysis** wählt man **Worst-Case**, unter **Analysis Type** die Analyseart mit der entsprechenden Ausgangsvariable und unter **WCase Options** die beiden Punkte **Vary** (Toleranzangabe) und **Direction** (Richtung).



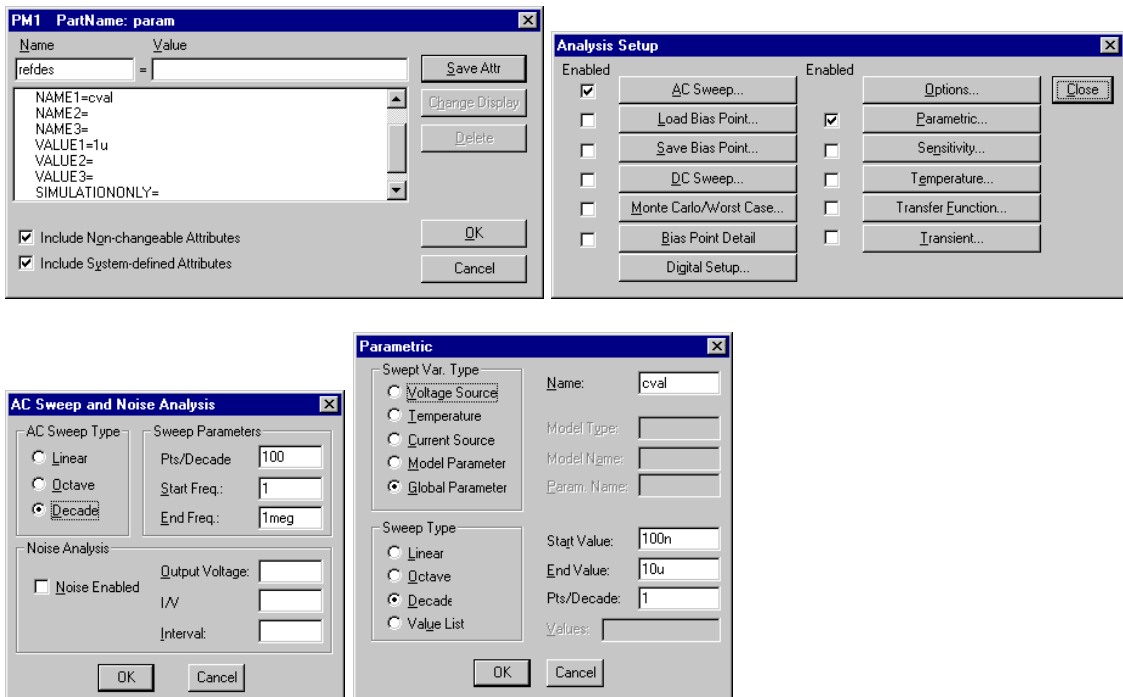
7.3 Parameter-Analyse

Eine Parameter-Analyse ist eine verschachtelte Analyse. Sie wird immer zusammen mit einer anderen Analyseart (Frequenz-, Zeitanalyse) verwendet. Dabei muss der Wert des Bauelementes mit einer Variablen z.B. **{CVAL}** beschriftet sein. Diese Variable muss mit dem Element **Param** auf einen festen Wert, z.B. 1 μ , initialisiert werden (Doppelklick auf Parameters, unter NAME1=cval und VALUE1=1u eingeben, Click auf Save Attr). Im **Parametric-Window** kann jetzt die Variation des Bauelementes angegeben werden.

- Das Beispiel zeigt die Ausgabe der Parameter-Analyse eines RC-Tiefpasses:



- Einstellungen für eine Parameter-Analyse:



8 LIBRARYS, SYMBOLE, SUBCIRCUITS UND MODELLE

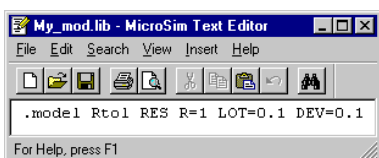
In PSpice gibt es folgende Files-Erweiterungen:

- .lib Modellbeschreibung von einem oder mehreren Modellen
- .slb File mit den Symbolen der Modelle
- .sch Schema

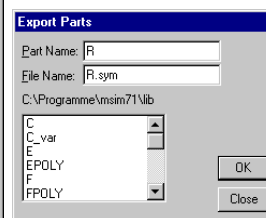
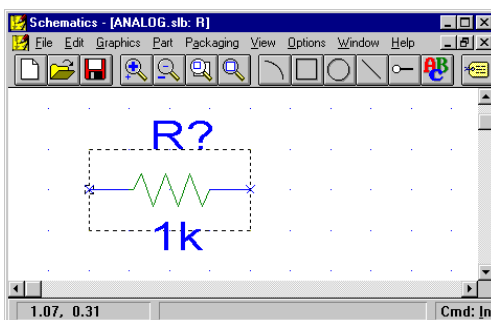
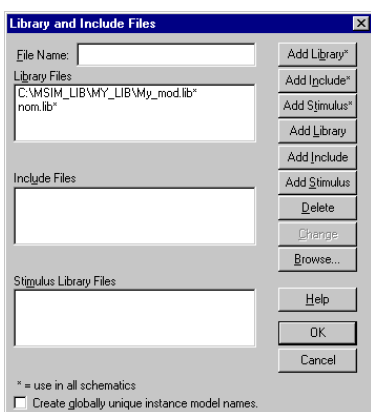
Es empfiehlt sich ein eigenes Verzeichnis für .lib und .slb Files zu machen (z.B. c:\msim_lib) und auch für die Schemas (z.B. c:\work\projekte).

8.1 Erstellen einer neuen Library und eines neuen Modells

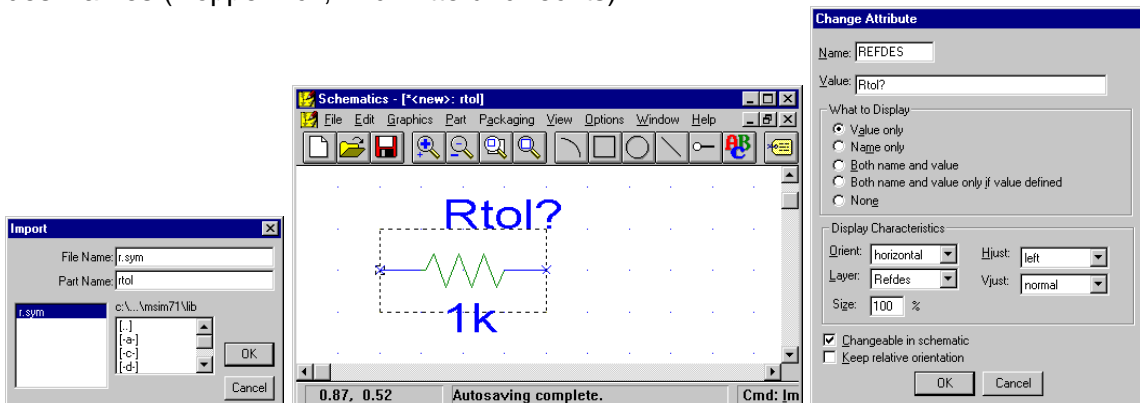
1. Starten Sie einen Editor und geben sie folgende Beschreibung ein. Bei **DEV** variieren die Bauteile unabhängig untereinander, bei **LOT** variieren die Bauteile in der Gruppe gemeinsam. Speichern Sie das File z.B. mit dem Namen **My_mod.lib**.



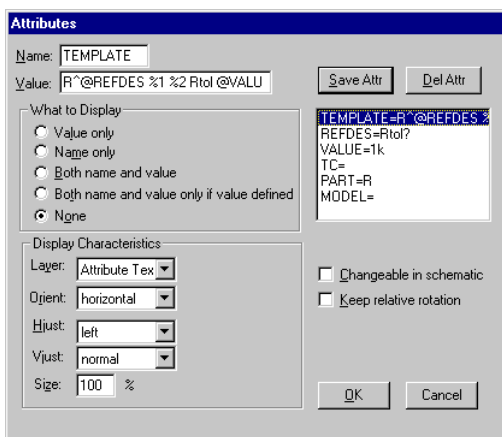
2. Wählen Sie im Programm Schematics unter **Analysis - Library and Include Files - Browse** das File **My_mod.lib** aus und fügen Sie die Modellbeschreibung mit **Add Library*** ein (Bild unten links).
3. Holen Sie ein bestehendes Symbol für den Widerstand (Bezeichnung: **R**), klicken Sie es an, starten Sie mit **Edit - Symbol** den Symboleditor (Bild unten mitte) und exportieren Sie das Symbol mit **Part - Export** (Bild unten rechts) .



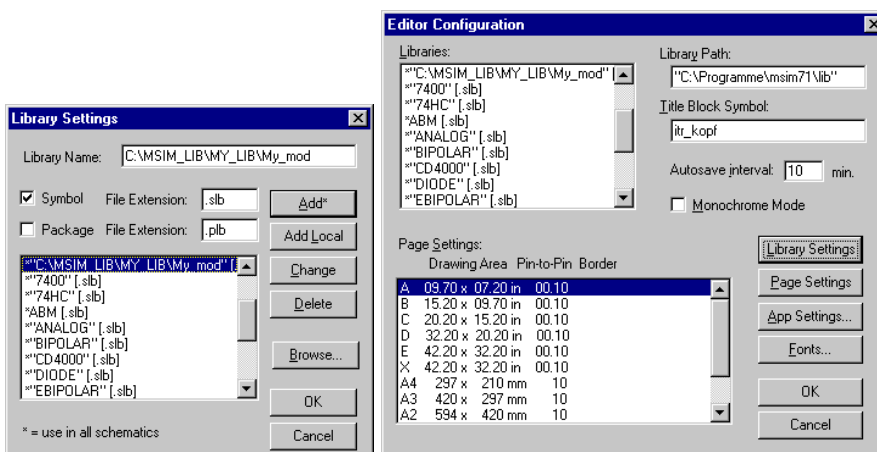
- Eröffnen Sie mit **File - New** oder öffnen Sie mit **File - Open** eine Symbol-Library und importieren Sie das Symbol mit **Part - Import** (Bild links) und ändern sie die Bezeichnung des Names (Doppelklick, Bild mitte und rechts).



- Ändern Sie das Modell unter **Part - Attributes**, ändern Sie die Beschreibung unter Template (siehe Bild) und klicken Sie auf **Save Attr**.



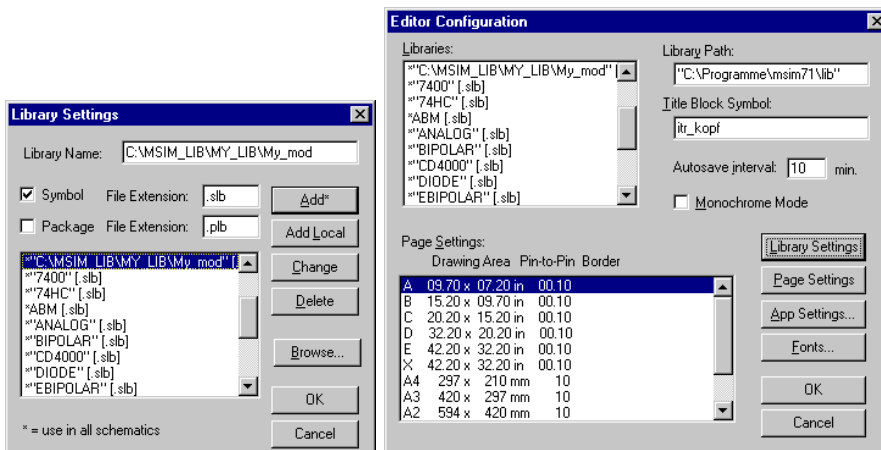
- Speichern Sie die Symbol-Library unter **File - Save As** mit dem Namen My_mod.slb ab. Mit **File - Close** schliesst man den Symboleditor und wechselt wieder zurück in den Schemaeditor.
- Fügen Sie nun die Symbol-Library mit **Options - Editor Configuration - Library Settings - Browse** Symbol-Library auswählen und **Add*** und **OK**.



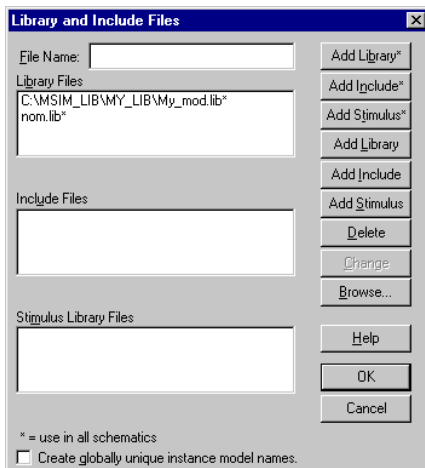
8.2 Einfügen einer bestehenden Library

Eine Library besteht aus einer Symbol-Library (*.slb) und aus einem File mit Modellbeschreibungen (*.lib).

1. Wählen sie mit **Options - Editor Configuration - Library Settings - Browse** die Symbol-Library *.slb aus und klicken Sie auf **Add*** und **OK**.



2. Wählen Sie mit **Analysis - Library and Include Files - Browse** das File .lib aus und fügen Sie die Modellbeschreibung mit **Add Library*** ein.



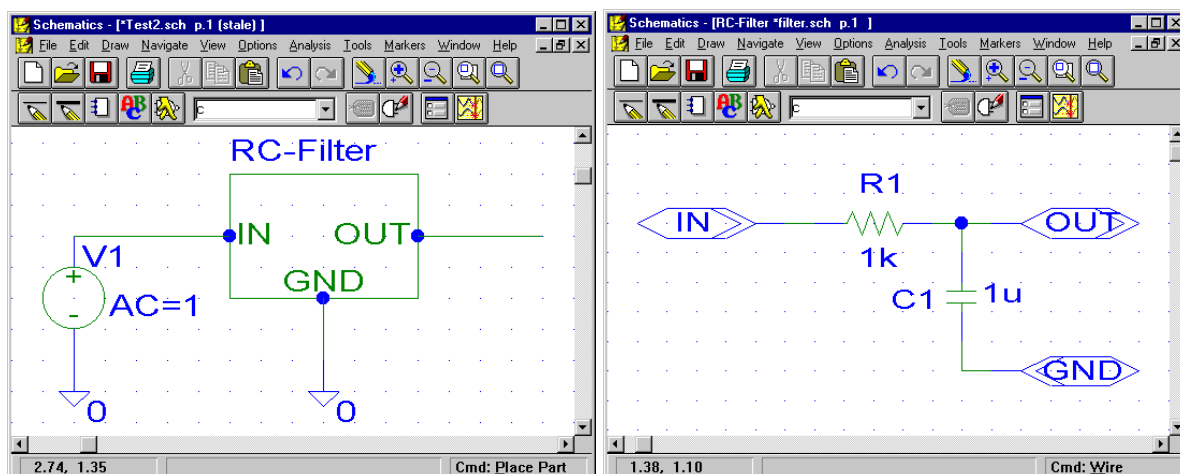
9 SCHEMAZEICHNEN MIT HIERARCHIEN

Man kann auf drei verschiedene Arten Schemas zeichnen:

- Schema ohne Hierarchie, d.h. es gibt ein Schema. Gut für kleine Schaltungen.
- Schema mit Hierarchie und Blöcken gemacht. Diese Methode ist bei grösseren Schaltungsblöcken gut bei denen die Anschlüsse noch ändern können.
- Schema mit Hierarchie und Symbolen gemacht. Diese Methode ist gut, wenn die Anschlüsse nicht mehr wechseln z.B. bei einem Operationsverstärker. Bei dieser Methode kann man mit der Top-Down bzw. mit der Bottom-Up Methode arbeiten.

9.1 Schema mit Hierarchie und Blöcken

Bei dieser Methode gibt es mehrere Hierarchien, d.h. es gibt auch mehrere Schemas. Auf der linken Seite ist das Top-Level Schema und rechts die Schaltung des Filters dargestellt.

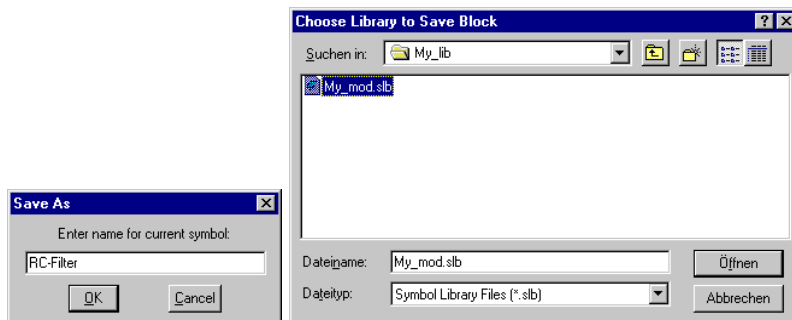


1. Zeichnen Sie ein Block mit **Draw - Block** (Symbol weisses Viereck). Mit Shift - rechte Maustaste kann die Grösse verändert werden.
2. Verdraten Sie jetzt die Schaltung mit **Draw - Wire** (Ctrl W oder Symbol dünne Linie) und beschriften Sie die Anschlüsse (Doppelklick auf Beschriftung).
3. Doppelklick auf den Block, geben Sie den Namen des neuen Schemas ein und es erscheint ein neues Schema nur mit den Anschlüssen. Zeichnen Sie jetzt das Schema mit dem RC-Filter (Bild oben rechts), speichern Sie es ab und schliessen Sie das Fenster. Mit **Edit - Views** kann man nachträglich den Namen ändern.

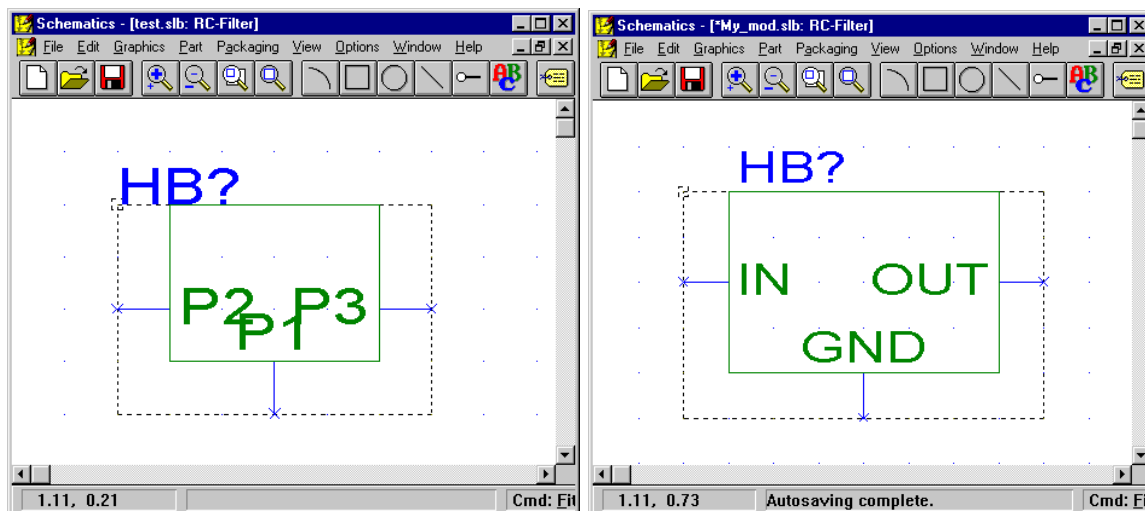
9.2 Umwandeln eines Blocks in ein Symbol

Dieser Weg ist ein sehr schneller und auch praktischer Weg, wenn man ein Schaltungsteil, bei dem die Anschlüsse definiert hat, als Symbol in einer Library haben möchte.

1. Wählen Sie im Menu **Edit - Convert Block**, geben Sie den Symbolnamen und wählen Sie eine neue oder eine bestehende Library (z.B. My_mod.slb, die wir im Kapitel 8.1 gemacht haben). Jetzt ist das Symbol schon fertig.



2. Im Menu **Edit - Symbol** können Sie im Symboleditor das Symbol ändern.



3. Wichtige Befehle im Symboleditor:

Pin umbenennen etc.

Link zum Schema ändern

Grösse der Box ändern

Neues Symbol zeichnen

Umrandung (gestrichelte Linie)

Ursprung (gestricheltes Viereck)

Symbol kopieren etc.

Doppelklick auf Pin

Edit - Set Schematic

Shift - rechte Maustaste

Graphics - Line / Text etc.

Graphics - Bbox

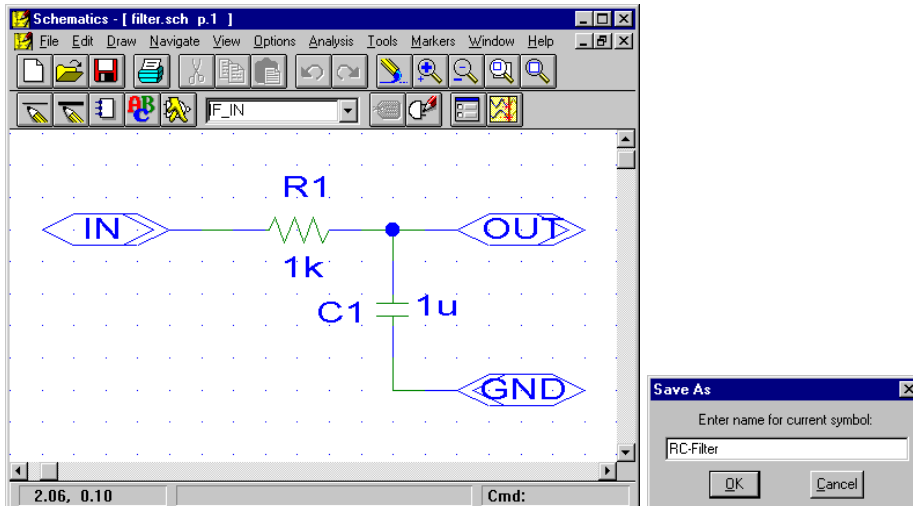
Graphics - Origin

Part - Copy / Get / Remove etc.

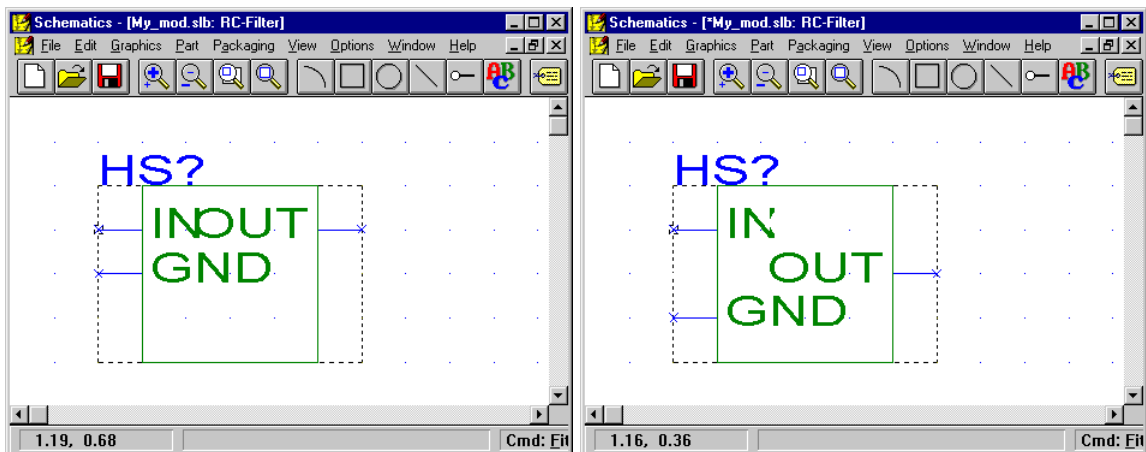
9.3 Erzeugen eines Symbols für ein bestehendes Schema

Dies ist die Bottom-Up Methode, bei der gezeigt wird, wie man aus einem bestehenden Schema ein Symbol macht.

1. Erweitern Sie das Schema mit den Subcircuit-Anschlüssen IF_IN (Input), IF_OUT (Ausgang) und INTERFACE (beides).
2. Erstellen Sie ein Symbol mit **File - Symbolize**. Geben Sie den gewünschten Namen des Symbols und wählen Sie die Library aus. Jetzt ist das Symbol fertig. Man kann es aus der gewählten Library holen.



3. Wenn man das Symbol verändern möchte, muss man mit **File - Edit Library** in den Symboleditor gehen. Wählen Sie mit **File - Open** die gewünschte Library aus und holen Sie mit **Part - Get** das zu verbessernde Symbol.



4. Wichtige Befehle im Symboleditor:
 Pin umbenennen etc.
 Link zum Schema ändern
 Grösse der Box ändern
 Neues Symbol zeichnen
 Umrandung (gestrichelte Linie)
 Ursprung (gestricheltes Viereck)
 Symbol kopieren etc.

- Doppelklick auf Pin
- Edit - Set Schematic
- Shift - rechte Maustaste
- Graphics - Line / Text etc.
- Graphics - Bbox
- Graphics - Origin
- Part - Copy / Get / Remove etc.