

Simulieren mit Switcher CAD III

Download & Info

Switcher CAD ist eine freie, im Gegensatz zum schwerfälligen ORCAD-SPICE sehr handliche und vielseitige SPICE-Variante, zu beziehen unter

<http://tspice.linear.com/software/swcadiii.exe>

Eine gute Einleitung gibt es hier:





http://pkropik.com/storage/1202227692_sb_switchercad_1.pdf

Dieses Dokument ist ausführlicher:

<http://tspice.linear.com/software/scad3.pdf>

Schema zeichnen

Die Bedienung ist ein wenig anders als von reinen Zeichenprogrammen gewohnt. Dies kommt daher, dass der Editor eher darauf ausgelegt ist, Signale anzuzeigen und nicht Bauteile zu selektieren, wenn man mit der Maus etwas anwählt.

	<p>Bauteile plazieren R, L, C, GND und Dioden sind direkt erreichbar als Ikonen Rotieren mit <Ctrl>-R Schluss mit Rechtsklick Daran denken, dass es immer eine Masse geben muss! Alle Spannungsquellen (DC, Sinus, Puls...) werden als „voltage“ eingesetzt und nachher editiert.</p>
	<p>Verbindungen zeichnen</p>
	<p>Mit „Label net“ kann einer Verbindung ein Name gegeben werden. Dieser erscheint dann beim Zeichnen von Diagrammen in der Liste der Signale. (Label net ist besonders hilfreich wenn Berechnungen durchgeführt werden, z.B. $Z = U_z / I_z$, damit man nicht die falschen Signale erwischt).</p>
	<p>Bauteile oder Verbindungen löschen. Statt des Klicks auf das Ikon: einfach Delete drücken verwandelt den Mauscursor in eine Schere.</p>

Bauteilwerte eingeben:

Rechtsklick auf das Bauteil.

Achtung:

m oder M = Milli

MEG = Mega!


Spice suffix	Multiplaying Factor
T	10^{12}
G	10^9
Meg	10^6
K	10^3
M	10^{-3}
U	10^{-6}
N	10^{-9}
P	10^{-12}
F	10^{-15}
Mil	25.4×10^{-6}

SwitcherCAD kann auch Netzlisten (.CIR-Dateien) verarbeiten.

Simulieren

Zuerst die richtige Simulationsart eingeben, mit Simulate – Edit simulation command –

Achtung:

 Verschiedene spezielle Simulationskommandos sind nicht über die Menüs verfügbar. Mit diesem Ikon können sie als Textbefehle (SPICE DIRECTIVE) eingegeben werden. Informationen dazu gibt es in der Hilfe.



Simulation starten.

Diagramme

Auswahl der Signale



Wenn man die Maus über eine Verbindung bewegt, verwandelt sich der Mauscursor in ein **Tastkopfsymbol**. Beim Anklicken wird sofort die zugehörige **Spannung** (Potential gegen Masse) angezeigt.



Liegt der Mauszeiger über einem Bauteil, so wird der **Strom** angezeigt (Stromzangen- Symbol) .



Eine Differenzspannung zwischen zwei Punkten kann angezeigt werden, indem man am ersten Punkt klickt (roter Tastkopf) und mit gedrücktem Mauszeiger zum zweiten Punkt geht (schwarzer Tastkopf).

Mit einem Rechtsklick auf dem Diagramm und „Add trace“ können auch **Berechnungen mit den Signalen** vorgenommen werden, z.B. um Leistungen oder Impedanzen zu erhalten.

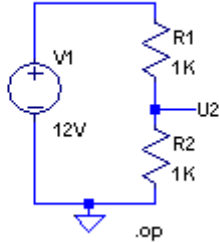
Skalierung und Diagrammtyp

Um Diagramme zu skalieren positioniert man die Maus auf die Skala. Der Zeiger verwandelt sich in ein Lineal. Klicken, dann Einstellungen vornehmen.

Tut man dies für die Y-Achse, kann auch der Diagrammtyp eingestellt werden.

Gleichstromberechnungen

Beispiel:



Simulate – Edit simulation command – **DC op pnt**
berechnet den Gleichstromarbeitspunkt mit allen Spannungen und Strömen:

```
V(n001) :      12      voltage
V(u2) :       6       voltage
I(R2) :      0.006    device_current
I(R1) :      0.006    device_current
I(V1) :     -0.006    device_current
```

Besonders bei komplexeren Schaltungen ist es ratsam, mit Labels zu arbeiten.

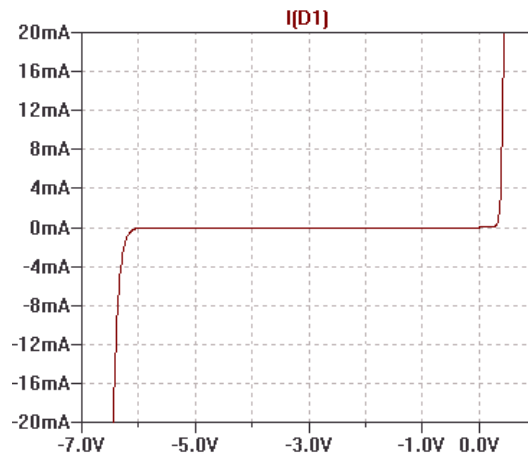
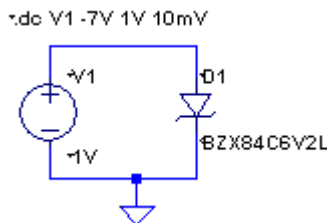
Achtung: bei allen Bauteilen, auch bei Spannungsquellen, wird als positive Stromrichtung die Richtung von + nach – angenommen. Dies erklärt den negativen Wert von I(V1).
Vorsicht auch bei rotierten mehrmals Bauteilen! Hier kann die positive Stromrichtung anders sein als man denkt.

Tip:

Maus auf Bauteil oder Knoten positionieren, in der **Statuszeile** werden Spannung bzw. Strom und Leistung angezeigt.

Kennlinien

Beispiel 1: Kennlinie einer Z-Diode

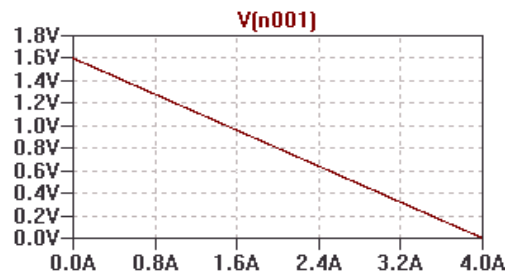
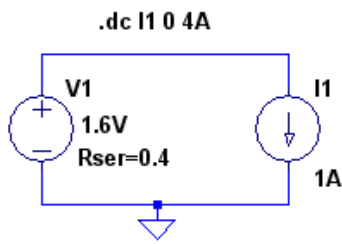


Die Spannung der Quelle wird mit „**DC Sweep**“ von -7V bis +1V verändert und der Strom als Funktion der Spannung dargestellt. Das Diagramm wurde skaliert auf einen Strombereich von -20 bis +20mA.

Tip:

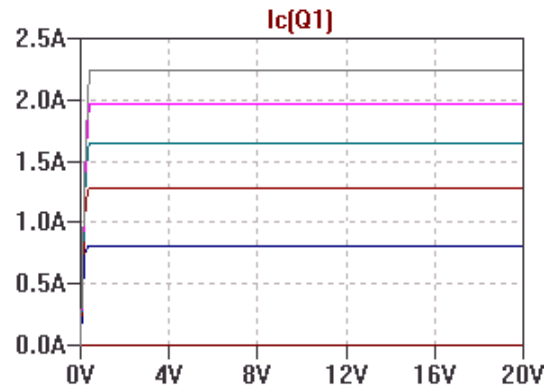
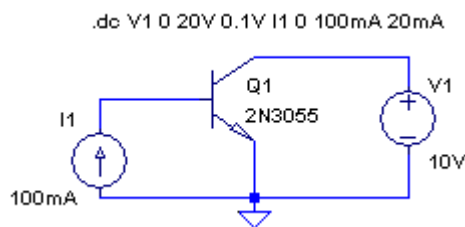
Um Diagramme zu skalieren positioniert man die Maus auf die Skala. Der Zeiger verwandelt sich in ein Lineal. Klicken, dann Einstellungen vornehmen.

Beispiel 2: Belastungskennlinie einer Spannungsquelle



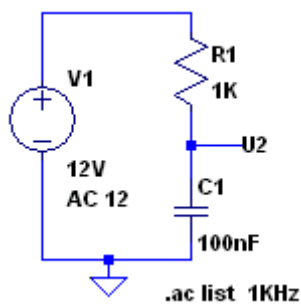
Hier wurde eine Spannungsquelle mit $U_0 = 1.6V$ und $R_i = 0.4\Omega$ mit einem Strom von 0 bis 4A belastet und $U = f(I)$ gezeichnet.

Beispiel 3: Ausgangskennlinien eines Transistors



Es wurde sowohl die Spannung U_{CE} als auch der Basisstrom „gesweept“.

Einfache Wechselstromberechnungen (feste Frequenz)



Beispiel:

Simulate – Edit simulation command – AC Analysis – List
 .ac list 1kHz
 berechnet die Werte für $f = 1kHz$:

```
frequency: 1000 Hz
V(n001):      mag:      12 phase:      0°      voltage
V(u2):       mag:    10.1608 phase: -32.1419° voltage
I(C1):       mag:  0.00638422 phase:  57.8581° device_current
I(R1):       mag:  0.00638422 phase:  57.8581° device_current
I(V1):       mag:  0.00638422 phase: -122.142°
```

Die Impedanz der RC-Schaltung im Beispiel wird berechnet, wenn man

```
.net V1
```

als SPICE-Kommando einfügt (Ikon „op“ oder Edit – SPICE DIRECTIVE)

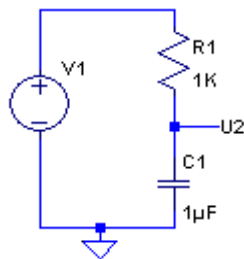
Nun erhält man, von der Quelle V1 aus gesehen, Impedanz, Admittanz (und S-Parameter S_{11}) der restlichen Schaltung:

```
S11(v1) : mag: 0.999434 phase: -0.0516209° S-parameter
Zin(v1) : mag: 1879.64 phase: -57.8581° impedance
Yin(v1) : mag: 0.000532018 phase: 57.8581°
```

Transientenanalyse

Analyse im Zeitbereich

Beispiel: Wirkung eines Tiefpasses auf eine Rechteckspannung.



```
PULSE(0 1 0 1u 1u 2.5ms 5ms 0)
.tran 0 2s 0 10us
.wave C:\tmp\output.wav 16 44.1K U2
```

Hier wird eine **Pulsspannungsquelle** benutzt mit den Einstellungen:

Vinitial = 0	Startwert
Von = 1V	Maximalwert
Tdelay = 0	keine Totzeit, Start mit Von bei t = 0
Trise = 1us	Anstiegszeit
Tfall = 1us	Abfallzeit
Ton = 2.5ms	Impulsdauer
Tperiod = 5ms	Periodendauer für 200Hz
Ncycles = 0	Anzahl Perioden, 0 = läuft unendlich lang

Die **Transientenanalyse** erfolgt mit den Einstellungen

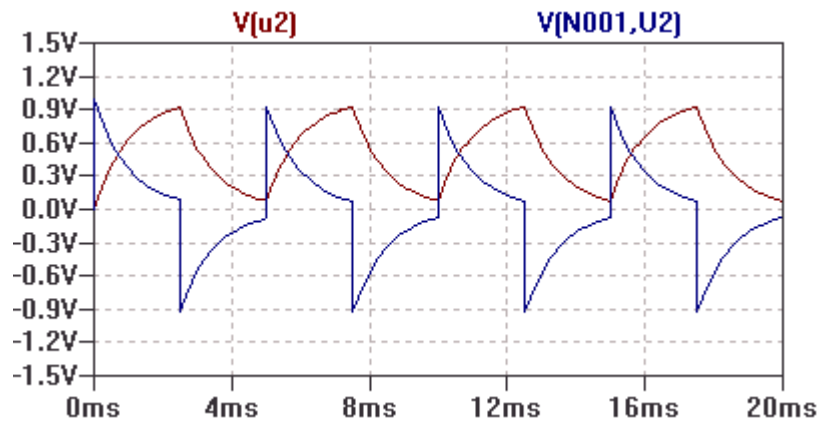
Starttime = 0
Stoptime = 2s (dies ist eigentlich viel zu lang, aber... siehe unten!)
Max. Timestep = 10us

Achtung: die zeitliche Auflösung Max. Timestep muss klein genug gegenüber der Periodendauer gewählt werden, damit die Analyse ein genaues Ergebnis bringt.

Nach der Simulation öffnet sich automatisch ein Diagrammfenster.

Mit der Maus (siehe vorne: Diagramme) oder mit Rechtsklick auf das Diagramm und „Add trace“ wählt man die darzustellenden Signale aus.

Hier wurden die Spannungen an Kondensator und Widerstand dargestellt und auf den Beginn der Kurve gezoomt:



Ergebnisse hören

Und hier der Clou: mit dem Kommando **.WAV** kann das Ergebnis, wenn es im NF – Bereich liegt, in eine **Wave – Datei** geschrieben und später gehört werden!

Deswegen auch die ungewöhnlich lange Simulationszeit im Beispiel.

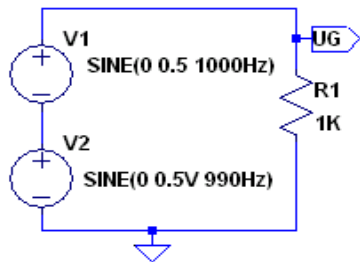
In unserem Beispiel heisst die Datei „C:\tmp\output.wav“, die Auflösung ist 16bit mit einer Sample rate von 44.1kHz, abgespeichert wird die Spannung U2.

Achtung:

die Spannung für die Wave-Datei muss zwischen -1V und +1V liegen!

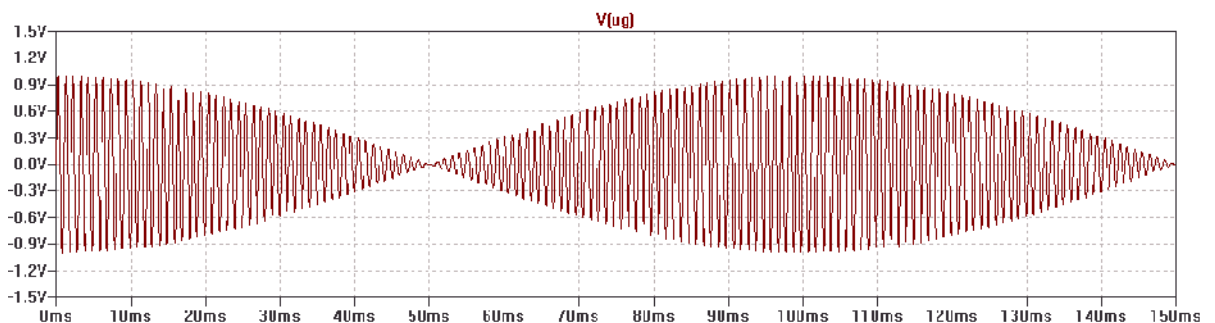
Es ist übrigens auch möglich, eine WAVE-Datei als Eingangsspannung für eine Simulation zu verwenden (siehe Hilfe).

Mit der Wave-Simulation kann man sich schön das Ergebnis einer Überlagerung von eng benachbarten Frequenzen (**Schwebung**) ansehen und anhören:



```
.tran 0 2s 0 10us
```

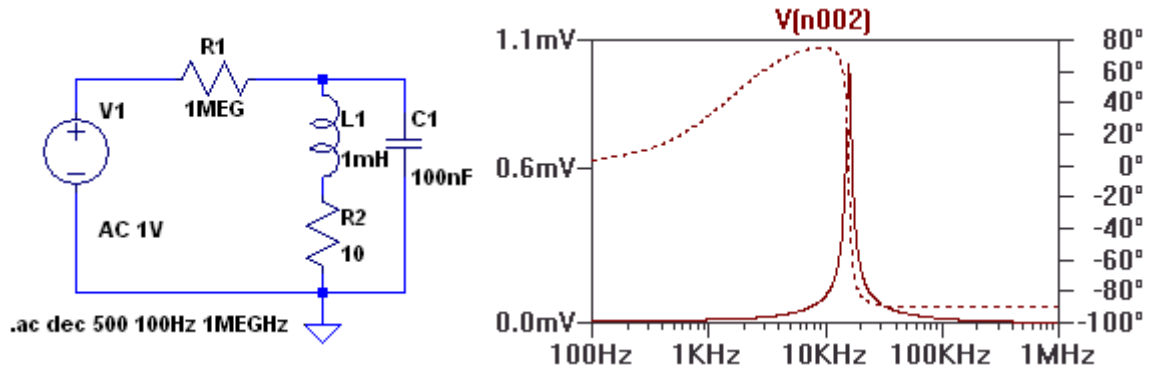
```
.wav c:\tmp\output.wav 16 44.1K Ug
```



Frequenzganganalyse

Beispiel: Parallelschwingkreis

Logarithmischer Frequenz-Sweep:



Dieser gibt einen ersten Überblick darüber, wo die Resonanz zu finden ist.

Anpassen der Achsen:

Y-Achse:

Den Cursor links neben die Skala plazieren, es wird ein Lineal-Symbol angezeigt.

Nun kann man wählen, ob die Anzeige linear, logarithmisch oder in dB erfolgen soll.

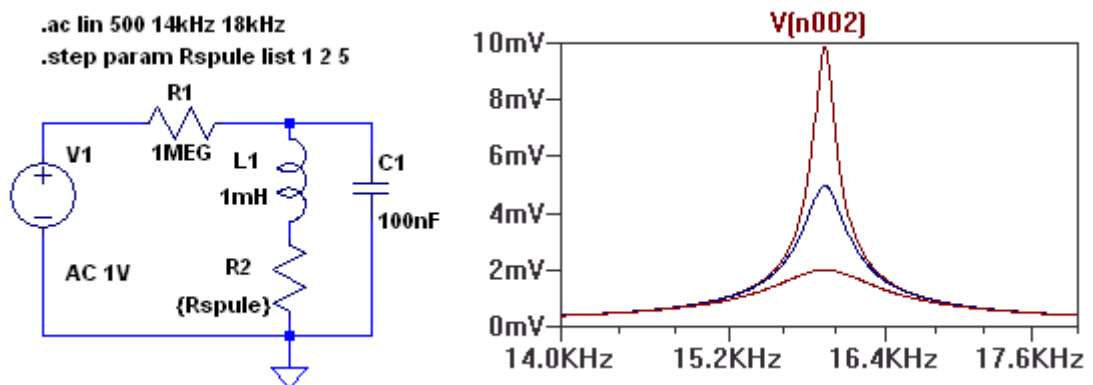
Die Frequenzachse kann ebenfalls linear oder logarithmisch dargestellt werden.

Parametrischer Sweep

Beispiel:

Wie wirken sich unterschiedliche Wirkwiderstände der Spule in obiger Schaltung aus?

Der Parameter-Sweep ist in Switcher CAD gut versteckt eingebaut, man findet ihn nicht in den Menüs, aber nach mühevollen Suchen in der Beschreibung zum LTSpice, welches im Hintergrund läuft.



Hat man es einmal gefunden, zeigt sich aber, dass alles ähnlich wie in anderen SPICE-Versionen gehandhabt wird.

Zunächst muss der zu ändernde Widerstand anstelle eines festen Wertes einen Parameternamen bekommen, hier {Rspule}. Wichtig sind die geschweiften Klammern!

Dann gibt man den Befehl für die Parameter-Analyse manuell ein.

Hierzu dient das mit „op“ beschriftete Ikon .

In unserem Fall wird der Frequenzgang mit den R2-Werten 1,2,5 Ohm durchgerechnet:

```
.step param Rspule list 1 2 5
```

Möglich ist auch die Angabe eines Bereiches:

```
.step param Rspule 10 20 5
```

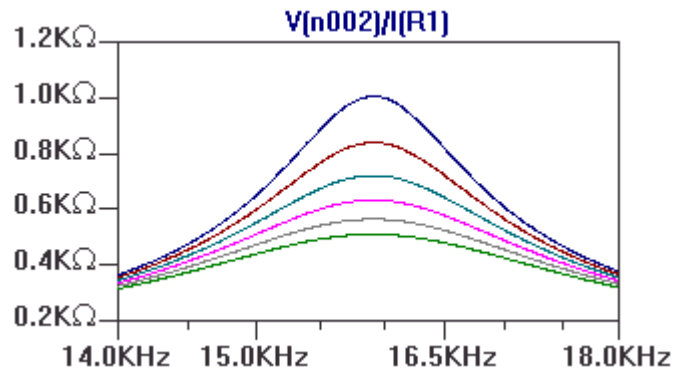
Hier wird z.B. Rspule im Bereich 10 bis 20 Ohm im Abstand von 2 Ohm linear geändert.

Normalerweise wird beim Frequenzgang Betrag und Phase gezeichnet.

Dies ist bei parametrischen Darstellungen leicht verwirrend. Um eins der beiden wegzulassen, klickt man auf der betreffenden Seite rechts neben der Skala und wählt „Don't plot...“

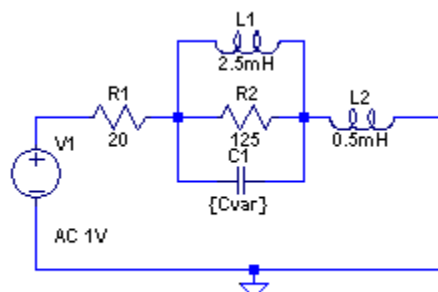
Impedanzkurven

Diese erhält man für unser Beispiel, indem man mit „Add trace“ die Kurven $V(n002)/I(R1)$ zeichnet.



Ortskurven

Beispiel:



```
.ac list 3180Hz
.step param Cvar 0.01uF 1.5uF 0.01uF
```

Die Ortskurve der Impedanz soll für eine feste Frequenz und eine veränderliche Kapazität berechnet werden.

Man wählt eine AC-Quelle. Da die Frequenz fest ist, wird als Sweep Type einfach „List“ mit einer einzigen Frequenz ausgewählt:


```
.ac list 3180Hz
```

Für die Kapazität wird eine parametrische Analyse eingestellt (dies muss manuell über das „op“-Ikon geschehen!):

```
.step param Cvar 0.01uF 1.5uF 0.01uF
```

Beim Simulieren erhält man ein Diagramm mit einer horizontalen Cvar-Achse.

Mit „Add trace“ fügt man die Impedanzkurve hinzu:

```
Add trace V(U1)/I(R1)
```

Hier wurde, um Verwechslungen zu vermeiden, die Generatorspannung (die sonst z.B. V(n003) heißen kann, mit einem Label „U1“ versehen.

Achtung:

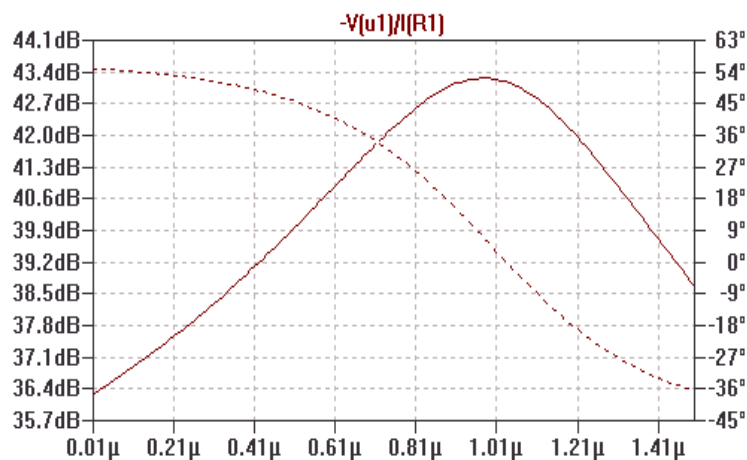
Man kann auch den Strom durch die Quelle statt I(R1) benutzen. In diesem Fall muss aber ein Minuszeichen eingefügt werden, da die Stromrichtung hier von + nach – definiert ist.

Überhaupt ist Vorsicht geboten, wenn es um die Stromrichtung geht!

Wenn man im Schaltplan den Cursor auf ein Bauteil legt, wird die positiv definierte Stromrichtung angezeigt.

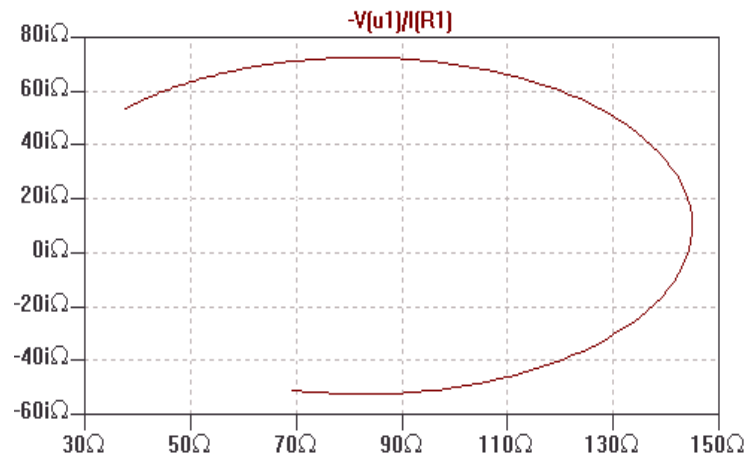
Im Bild unten musste $-V(u1)/I(R1)$ benutzt werden, da dem Widerstand R1 durch die Rotation um 90° eine Stromrichtung von rechts nach links aufgezwungen wurde.

Man erhält nun ein Diagramm der Impedanz und des Phasenwinkels als Funktion der Kapazität:



Dies muss nun noch in eine Ortskurve umgewandelt werden.

Hierzu klickt man links neben der vertikalen Skala und wählt als Kurventyp „Nyquist“:



Man kann noch die Skalen auf eine gleichartige Skalierung bringen:

