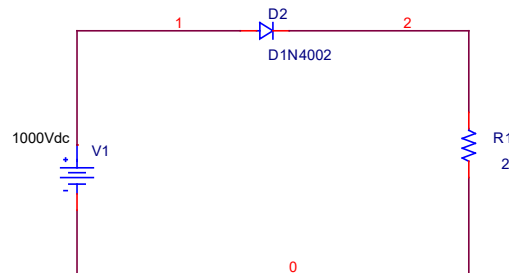


**Vorlesung 12 (11.12.2023) Simulation von Temperatureinflüssen**

Befehl .TEMP 91 92 93 ...

Beispiel Widerstand

$$RW = RK(1 + \alpha * \Delta\theta)$$

 $\alpha$  = TC1 ... Temperaturkoeffizient**1) Übung (Temperatureinfluß bei Dioden : Verzeichnis Diode\_Temperatur)****Notwendige Parametereinstellungen der Bauteile ( s. Buch Seite 45)**

b) D1N4002 .MODEL D1N4002 D (IS=14.11E-9 N=1.984 RS=33.89E-3 **TRS1=7e-3**  
 + IKF=94.81 XTI=3 EG=1.110 CJO=51.17E-12 M=.2762 VJ=.3905 FC=.5  
 + ISR=100.0E-12 NR=2 BV=100.1 IBV=10 TT=4.761E-6)

TRS1 = linearer Temperaturkoeffizient für den Reihenwiderstand (RS)

TBV1 = linearer Temperaturkoeffizient für die Durchbruchspannung

RS = Reihenwiderstand

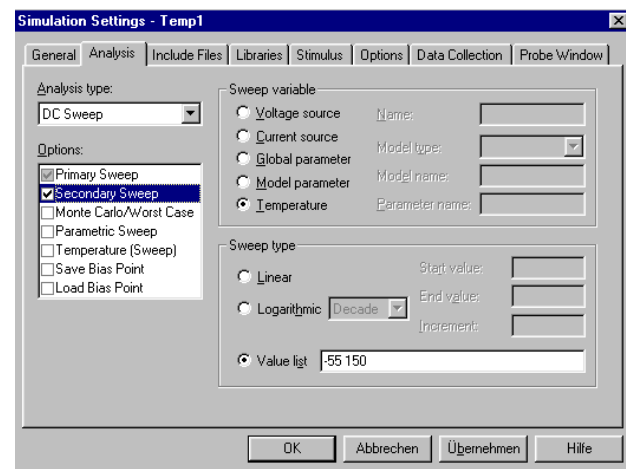
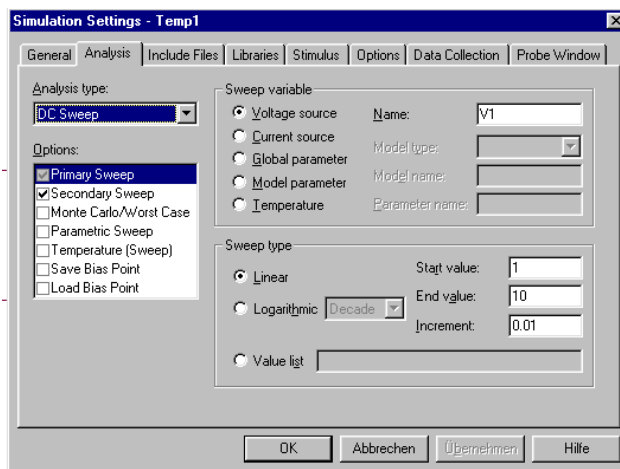
T\_MEASURED=Die Temperatur für die die Daten gelten !

Der Wert der Durchlaßspannung kann durch den Parameter „N“ = Emissions-Koeffizient verändert werden.

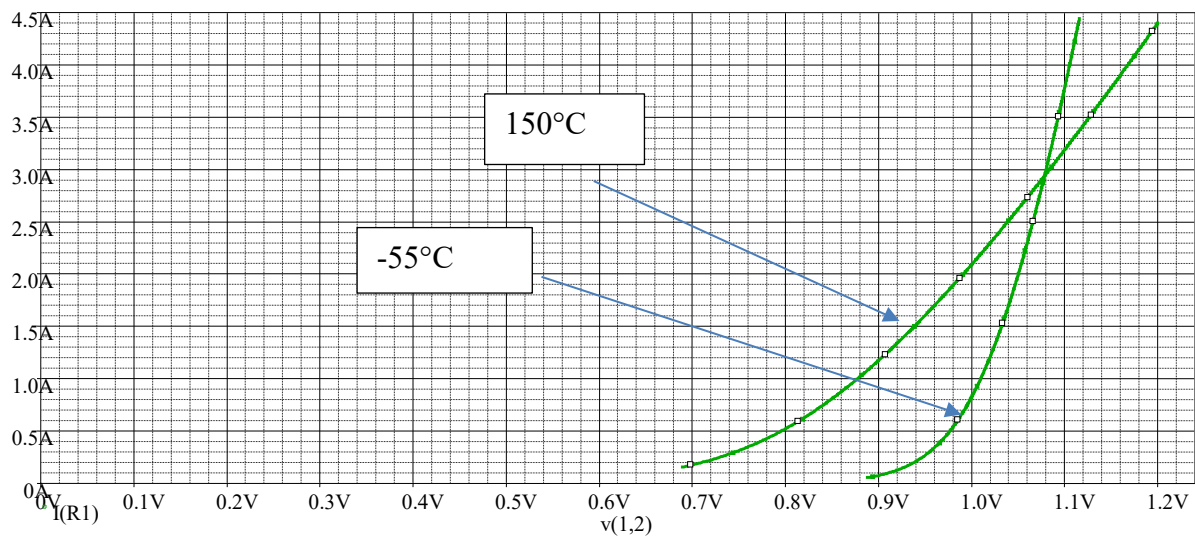
Um sowohl die Spannung zu variieren als auch mit 2 verschiedenen Temperaturen zu simulieren sind folgende Einstellungen vorzunehmen

a) primary sweep

b) secondary sweep

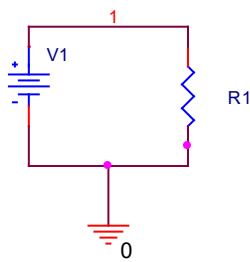


55

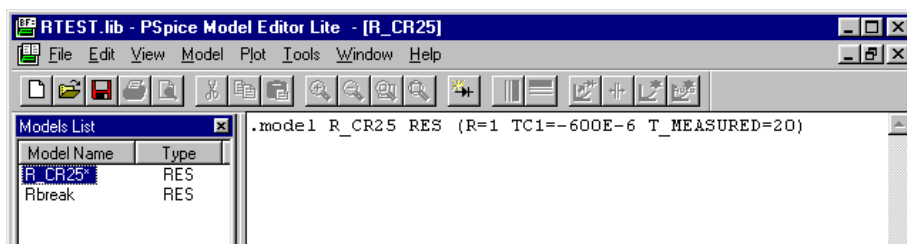
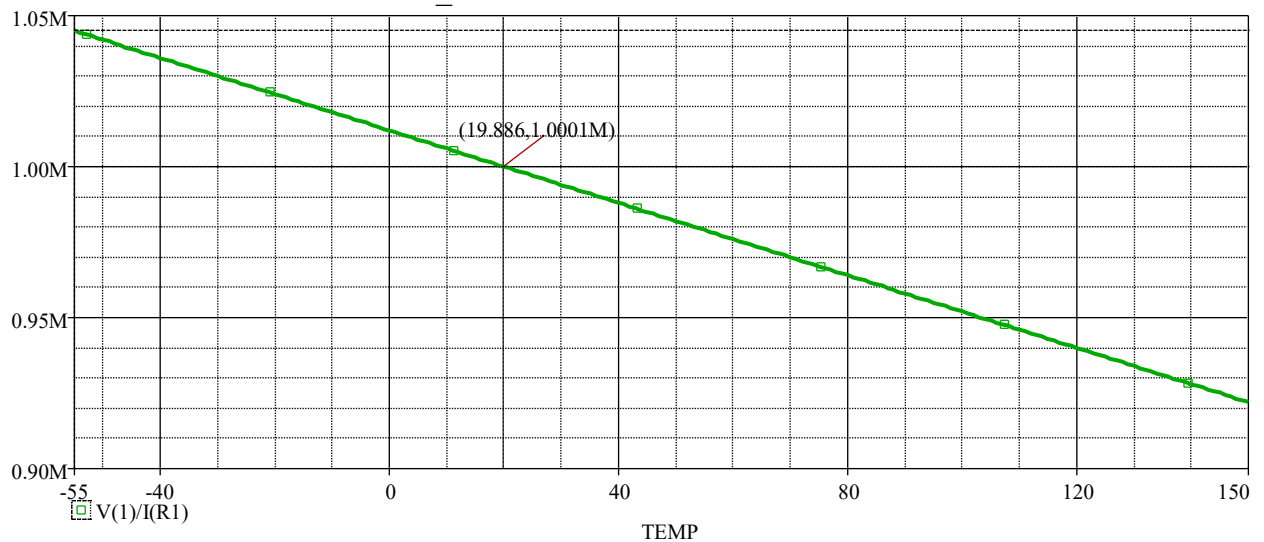


Merke: Bei kleinem Strom sinkt die Durchlaßspannung mit ca.  $1\text{mV/K}$  ; bei großem Strom steigt die Durchlaßspannung mit der Temperatur

2) Übung: RTEST.CIR (Seite 75/76 Buch) = Temperatureinfluss bei Widerständen

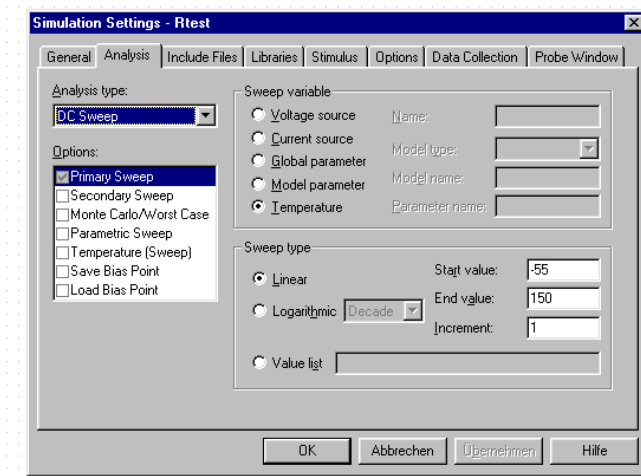


Widerstand : R\_CR25 aus LEK.OLB



→ ändert man  $TC1$  von  $-600\text{E}-6$  auf  $+600\text{E}-6$  , so erhält man ein PTC-Verhalten !

TC2 ergänzen z.B.: TC2=+20E-12 ( sehr wenig Einfluß ) bzw. TC2=20E-6 ( sehr deutlicher Einfluss)  
 TC1= linearer Temperaturkoeffizient ; TC2 = quadratischer Temperaturkoeffizient

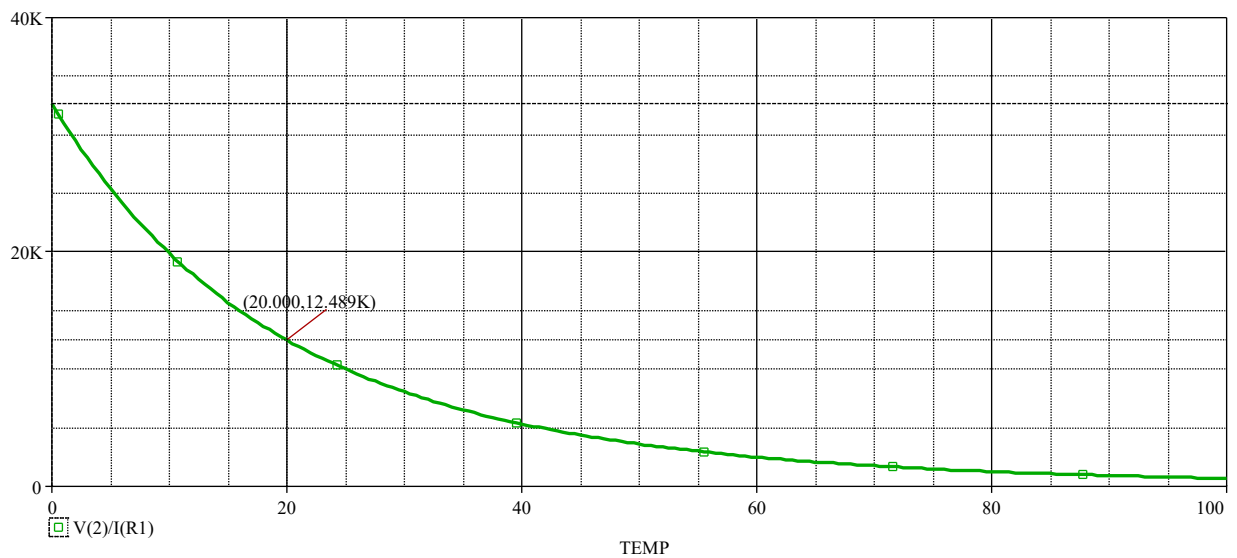
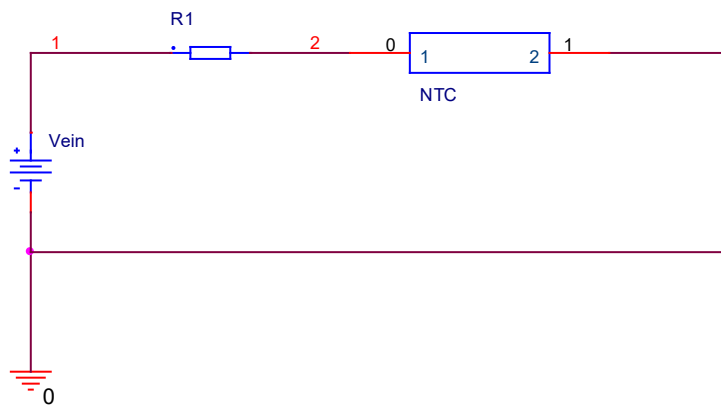


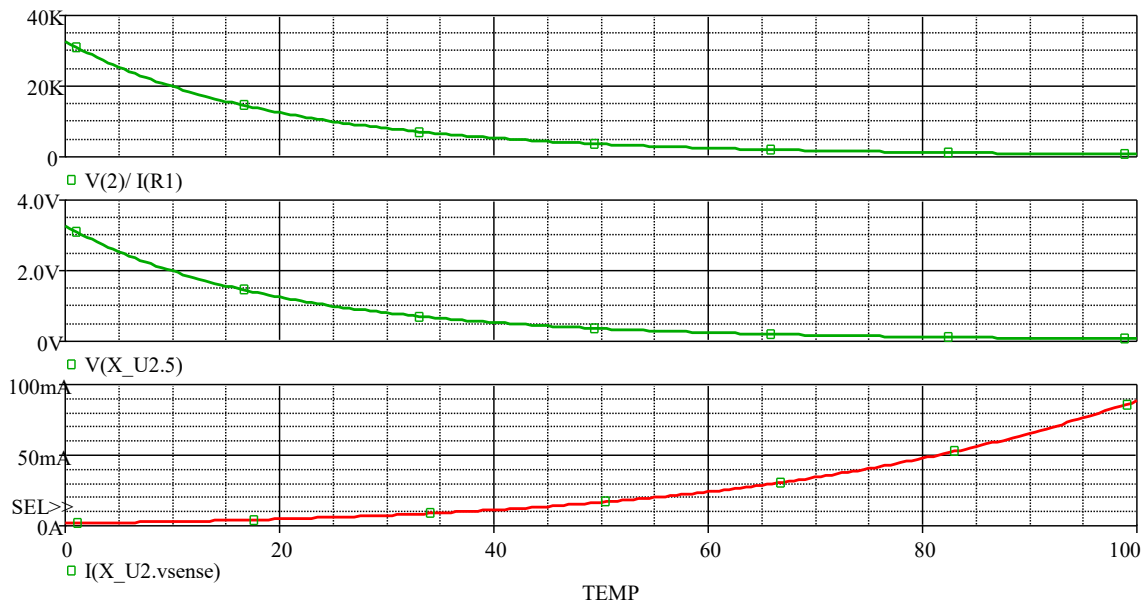
### 3. Übung

NTC – Nachbildung Seite 76ff

Verzeichnis: ../Beispiele/NTCTest

Schaltbild



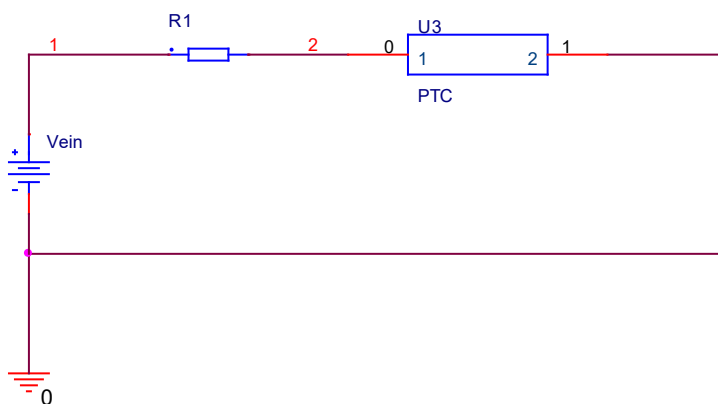


## Erläuterung des Unterprogrammes :

```

NTCTEST.lib - PSpice Model Editor Lite - [ntc]
File Edit View Model Plot Tools Window Help
Model List
Model Name Type
ntc* SUBCKT
options tnom=0
.subckt ntc 1 2
FOUT 1 3 poly(2) (5,0) (4,0) 0 0 0 0 1.0
vsense 3 2 dc 0.0
fout 0 4 vsense 1.0
rref 4 0 10K
gout 0 5 poly(1) 6 0 3.266
+ -0.16633619
+ 0.0046450693
+ -8.6856965e-5
+ 1.017213e-6
+ -3.8668603e-9
+ -8.8615615e-11
+ 1.678045e-12
+ -1.3013017e-14
+ 4.8617031e-17
+ -6.8866237e-20
r0 5 0 1.0
itemp 0 6 dc 1.0
rt 6 0 rtemp 0.001
.model rtemp res (r=1 tc1=1000)
.ends ntc
  
```

PTC aus dem UP erzeugen :

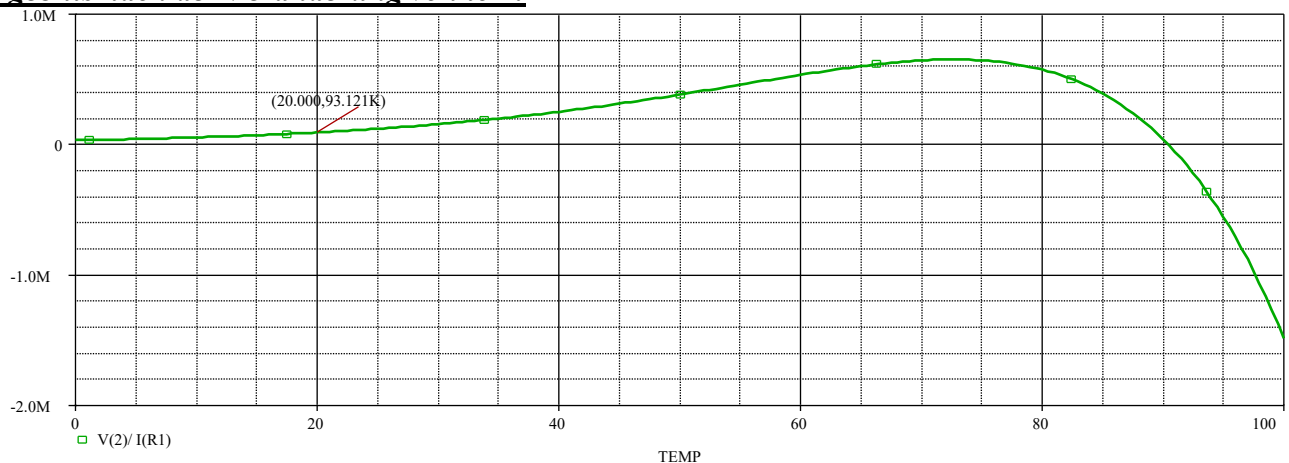
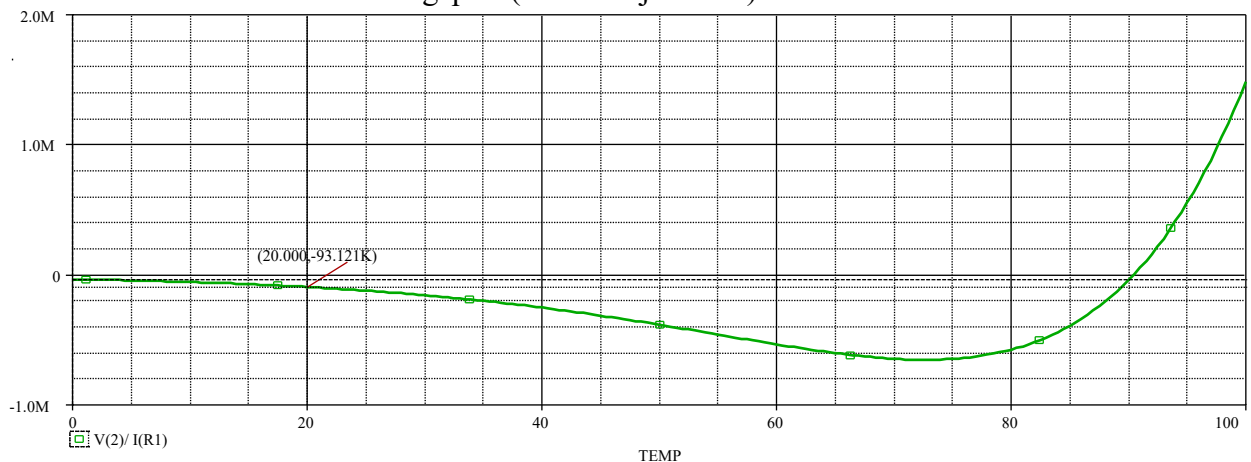


Übung : Erstellen eines PTC als neues Modell.

- a) Modelldefinition des NTC einfach kopieren und den Namen ändern  
 → ( NTC nach PTC bis .subckt und .end...)

*Schritt 1 : Verändern des Wertes für tc1 von +1000 auf -1000*

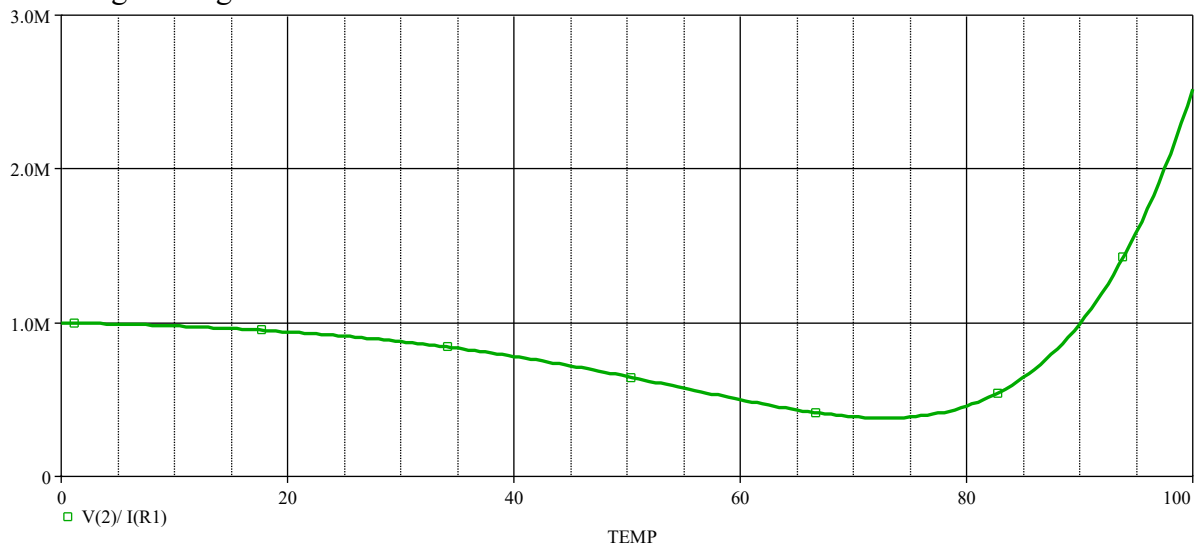
```
.subckt ptc 1 2 ; Namen ändern : statt ntc ptc verwenden !
EOUT 1 3 poly(2) (5,0) (4,0) 0 0 0 0 1.0
vsense 3 2 dc 0.0
fout 0 4 vsense 1.0
rref 4 0 10K
gout 0 5 poly(1) 6 0 3.266
+ -0.16633619
+ 0.0046450693
+ -8.6856965e-5
+ 1.017213e-6
+ -3.8668603e-9
+ -8.8615615e-11
+ 1.678045e-12
+ -1.3013017e-14
+ 4.8617031e-17
+ -6.8866237e-20
r0 5 0 1.0
itemp 0 6 dc 1.0
rt 6 0 rtemp 0.001
.model rtemp res (r=1 tc1=-1000) bei dem NTC ist dieser Wert tc1=+1000 !!!
.ends ptc ( Achtung auch hier ist statt ntc ptc einzutragen ! )
```

**Ergebnis nach der Veränderung von tc1 :****Schritt 2 : VSENSE im Modell umgepolt ( statt 3-2 jetzt 2-3)**

*Schritt 3 : Spannungsgesteuerte Stromquelle entsprechend der roten Markierung ändern:*

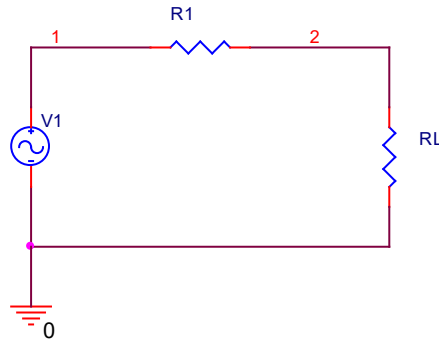
```
.options tnom=0
.subckt ptc2 1 2
EOUT 1 3 poly(2) (5,0) (4,0) 0 0 0 0 1.0
vsense 2 3 dc 0.0
fout 0 4 vsense 1.0
rref 4 0 10K
gout 0 5 poly(1) 6 0 -100 ( bei dem NTC war statt der 100 hier 3.266 eingetragen )
+ -0.16633619
+ 0.0046450693
+ -8.6856965e-5
+ 1.017213e-6
+ -3.8668603e-9
+ -8.8615615e-11
+ 1.678045e-12
+ -1.3013017e-14
+ 4.8617031e-17
+ -6.8866237e-20
r0 5 0 1.0
itemp 0 6 dc 1.0
rt 6 0 rtemp 0.001
.model rtemp res (r=1 tc1=-1000)
.ends ptc2
```

Darstellung des Ergebnisses :



## Worst Case Analyse

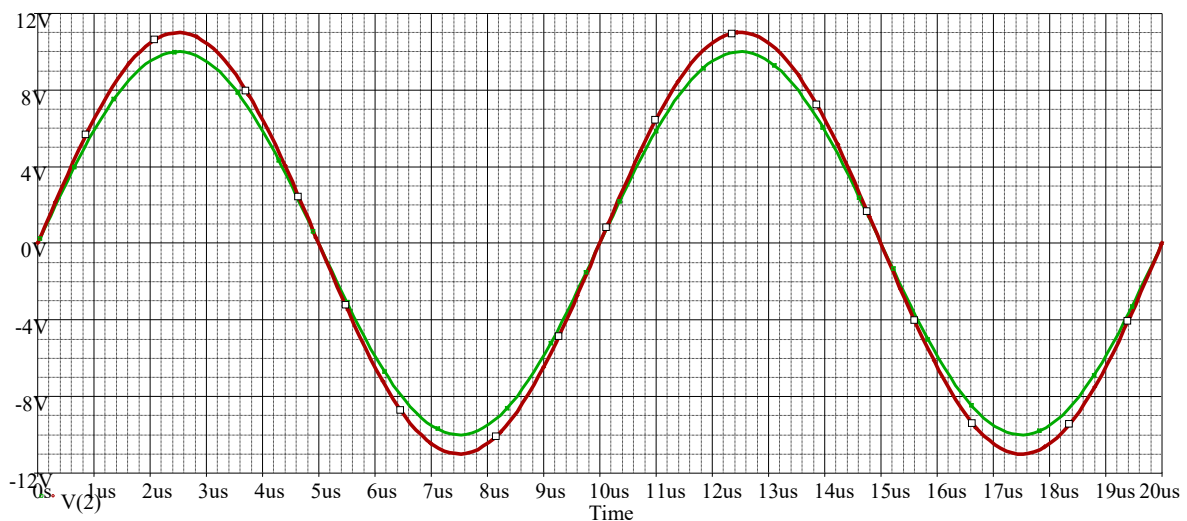
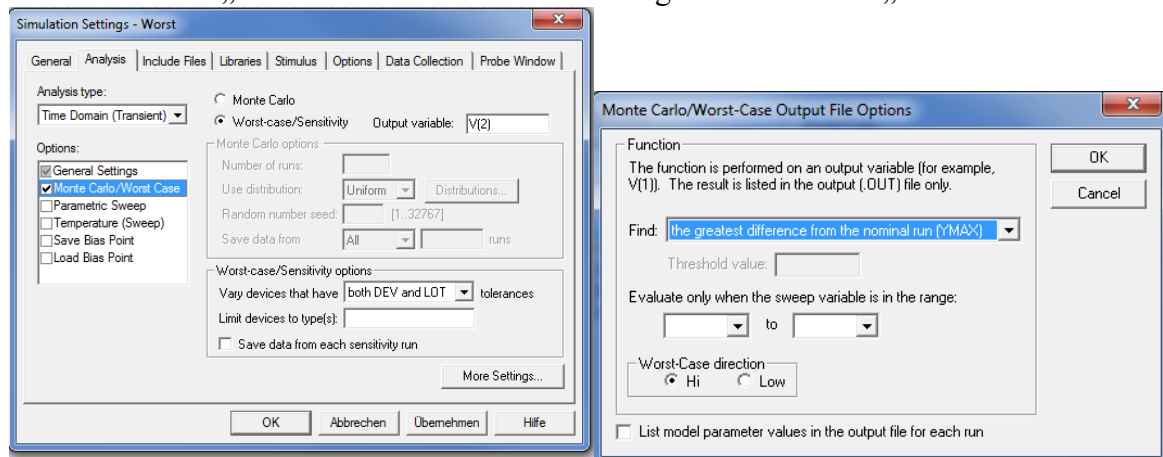
Am Beispiel eines einfachen ohmschen Spannungsteilers R1/R2 wird die Worst-Case-Analyse mit dem Simulationsprogramm „Worst“ gezeigt. In der Modellanweisung für die Widerstände ist eine Toleranz von  $\pm 10\%$  vorgegeben. Berechnet wird die Teilspannung über dem Widerstand R2 am Knoten 2.



Definition der Widerstände:

.model rmod RES (r=1 dev=10%) ; r ist der Widerstandsfaktor

Der Widerstand „RMOD“ stammt aus der Laboreigenen Bibliothek „LEK.LIB“



Die grüne Kurve zeigt die Nenndaten; die andere Kurve zeigt das Verhalten.

Welche Abweichung dargestellt werden soll ist in den oben dargestellten Simulationsoptionen einzustellen.

z.B.: Worst case direction: Hi oder Lo