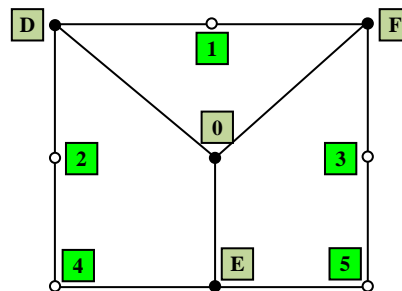
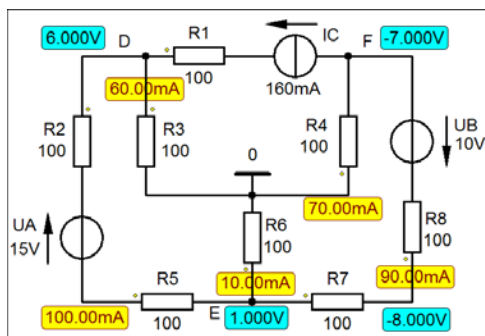


Simulationsbeispiel 1.1: Netzwerkberechnung



Bibliotheken aus [2a]

Gleichstrom-Analyse
 Arbeitspunkt-Analyse
 (Bias Point)

Bild 1.85: Ergebnisse (Knotenpotentiale und Zweigströme)

* Schematics Netlist SB_1.1 *

V_UA	4	2	15V	
V_UB	F	3	10V	
I_IC	F	1	DC	160mA
R_R1	D	1	100	
R_R2	D	2	100	
R_R3	D	0	100	
R_R4	0	F	100	
R_R5	4	E	100	
R_R6	E	0	100	
R_R7	E	5	100	
R_R8	5	3	100	

** Analysis setup **

```
.TEMP 20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_1.cir ***

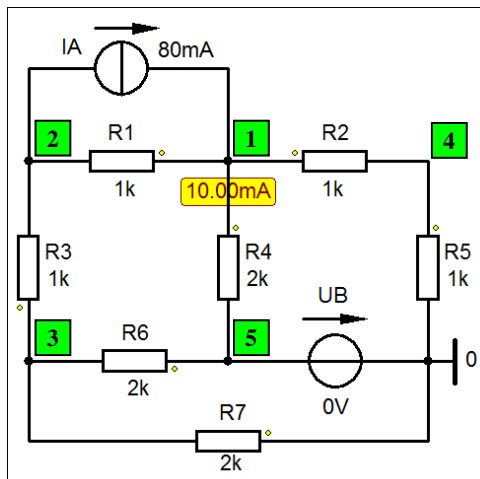
```
.probe
.END
```

• Aufruf der **Lösungen** (nur bei einer gezeichneten Schaltung) über:

> Enable Bias Voltage Display < [Werte der Knotenpotentiale]
 > Enable Bias Current Display < [Werte der Zweigströme]

Weitere Informationen (ohne Schaltung): *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.2: Überlagerungssatz und Zweipoltheorie



Bibliotheken aus [2a]

Gleichstrom-Analyse
 Arbeitspunkt-Analyse
 (Bias Point)

Bild 1.88: Teilergebnis zum SB_1.2 [nur Beitrag der Quelle A (I_{4A})]

Die Netzliste gilt für das vollständige Netzwerk ($I_A = 80 \text{ mA}$ und $U_B = 20 \text{ V}$).

* Schematics Netlist SB_1.2 *

I_IA	2	1	DC	80mA
V_UB	5	0	20V	
R_R1	1	2	1k	
R_R2	1	4	1k	
R_R3	3	2	1k	
R_R4	1	5	2k	
R_R5	4	0	1k	
R_R6	5	3	2k	
R_R7	0	3	2k	

** Analysis setup **

.TEMP 20

.OP

*** RESUMING SB_1_2.cir ***

.probe

.END

- Aufruf der **Lösungen** (nur bei einer gezeichneten Schaltung) über:

> Enable Bias Voltage Display <

[Werte der Knotenpotentiale]

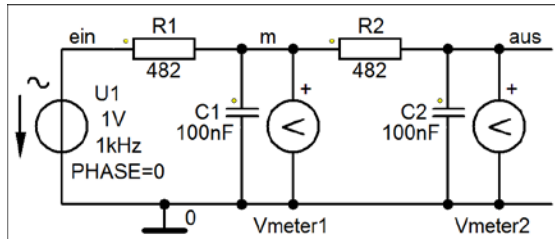
> Enable Bias Current Display <

[Werte der Zweigströme]

Weitere Informationen (ohne Schaltung): *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)



Simulationsbeispiel 1.3: RC-Phasenkette



Bibliotheken aus [2a]
 AC-Analyse (feste Frequenz)
 Messung mit AC_Vmeter

Bild 1.90: RC-Phasenkette (AC-Analyse)

* Schematics Netlist SB_1.3 *

```
V_U1      ein    0      AC    1V    SIN 0 1V 1kHz 0 0 0
R_R1      ein    m      482
R_R2      m      aus   482
C_C1      m      0      100nF
C_C2      aus   0      100nF
```

```
.watch AC VM([m],[0])    VP([m],[0])|
.print AC VM([m],[0])    VP([m],[0])|
.watch AC VM([aus],[0])  VP([aus],[0])|
.print AC VM([aus],[0])  VP([aus],[0])|
```

** Analysis setup **

```
.AC LIN 1      1kHz 1kHz
.TEMP 20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_3.cir ***

```
.probe
.END
```

- Aufruf der **Lösungen** im **PROBE-Fenster** über:

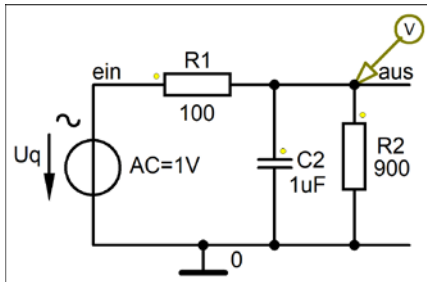
```
> View <
> Watch <
```

[Umschalten auf Simulation Status Window]
 [Anzeige der Messwerte]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)



Simulationsbeispiel 1.4: Komplexer Frequenzgang



Bibliotheken aus [2a]

AC-Analyse
 AC-Sweep (Dekade)

Bild 1.93: RC-Tiefpass

* Schematics Netlist SB_1.4 *

```
V_Uq ein 0 AC 1V SIN 0 1V 1kHz 0 0 0
R_R1 ein aus 100
R_R2 aus 0 900
C_C2 aus 0 1uF
```

** Analysis setup **

```
.AC DEC 1000 10 100k
.TEMP 20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_4.cir ***

```
.probe
.END
```

- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

Trace → *Add Trace* V(aus) [Amplitudenfrequenzgang der Ausgangsspannung]
Trace → *Add Trace* P(V(aus)) [Phasenfrequenzgang der Ausgangsspannung]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.5: Leistung im Wechselstromkreis (Simulation geändert)

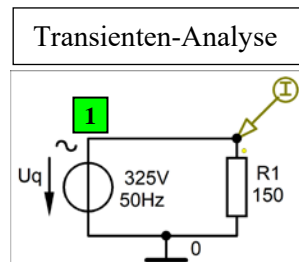


Bild 1.96: Zeitfunktion der Leistung (Quelle)

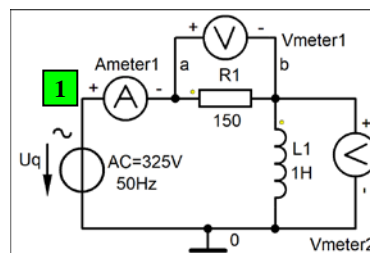


Bild 1.97: Betrag der komplexen Leistung (induktiver Verbraucher)

Bibliotheken aus [2a]

AC-Analyse
 (feste Frequenz)
 Messung AC_Meter

```
* Schematics Netlist SB_1.5.a *
V_Uq 1 0
+SIN 0 325V 50Hz 0 0 0
R_R1 1 0 150

** Analysis setup **
.TRAN 0ns 40m 0 1u
.TEMP 20
.OP

*** RESUMING SB_1_5_a.cir ***
.probe
.END
```

```
* Schematics Netlist SB_1.5.b *
V_Uq 1 0 AC 325V
+SIN 0 325V 50Hz 0 0 0
R_R1 a b 150
L_L1 b 0 1H

V_Ameter1 1 a AC 0V
.watch AC IM(V_Ameter1) IP(V_Ameter1)|
.print AC IM(V_Ameter1) IP(V_Ameter1)|
.watch AC VM([b],[0]) VP([b],[0])|
.print AC VM([b],[0]) VP([b],[0])|
.watch AC VM([a],[b]) VP([a],[b])|
.print AC VM([a],[b]) VP([a],[b])|

** Analysis setup **
.AC LIN 1 50 50
.TEMP 20
.OP

*** RESUMING SB_1_5_b.cir ***
.probe
.END
```

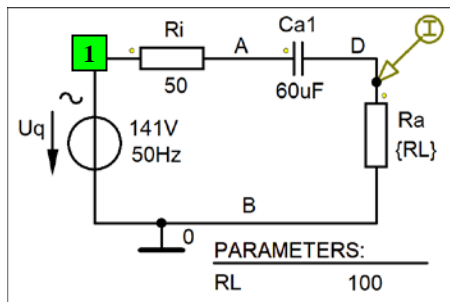
• Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

- a) Trace → Add Trace $V(1)*I(R_R1)$ [Zeitfunktion der Leistung der Quelle]
- b) > Watch < [bei: Simulation Status Window] [Anzeige der Messwerte]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)



Simulationsbeispiel 1.6: Leistungsanpassung im Wechselstromkreis



Bibliotheken aus [2a]
 AC-Analyse
 Parametric-Sweep

Bild 1.99: Schaltung zum Simulation der komplexen Anpassung

* Schematics Netlist SB_1.6 *

```
V_Uq      1      0      AC      141V SIN  0      141V 50Hz  0      0      0
R_Ri      1      A      50
C_Ca1     D      A      60uF
R_Ra      D      0      {RL}
.PARAM    RL=100
```

** Analysis setup **

```
.AC      LIN  1      50      50
.STEP    LIN  PARAM  RL      5      200  5
.TEMP    20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_6.cir ***

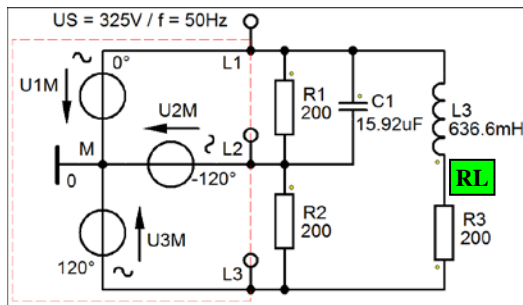
```
.probe
.END
```

• Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

- a) Trace → Add Trace I(R_Ra) [Verlauf des Laststromes bei Variation von R_a]
- b) Trace → Add Trace V(D)*I(R_Ra) [Verlauf der Leistung der Last]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.7: Dreiphasensystem



Bibliotheken aus [2a]
 (V3Phase wurde durch drei
 Quellen VSIN ersetzt).

Transienten-Analyse

Bild 1.104: Schaltung zur Simulation eines Dreiphasensystems

* Schematics Netlist SB_1.7 *

```
V_U1M    L1    0    SIN 0 325V 50 0 0 0
V_U2M    L2    0    SIN 0 325V 50 0 0 -120
V_U3M    L3    0    SIN 0 325V 50 0 0 120
R_R1     L1    L2    200
R_R2     L2    L3    200
R_R3     L3    RL    200
L_L3     RL    L1    636.6mH
C_C1     L1    L2    15.92uF
```

** Analysis setup **

```
.TRAN    0ns    100ms 0    10u
.TEMP    20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_7.cir ***

```
.probe
.END
```

• Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

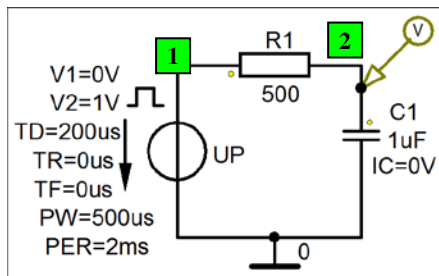
- a) *Trace* → *Add Trace* – I(V_U1M) [Zeitfunktion des Leiterstromes i_1]
 b) *Trace* → *Add Trace* I(R_R1)+I(C_C1) [Zeitfunktion des Strangstromes i_{12}]

Hinweis zu a): PSPICE stellt den Strom einer Spannungsquelle im Verbraucher-ZPS dar !

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.8: Umschalten vorgeladener Kondensatoren

(Orig.: SB_1.9)



Bibliotheken aus [2a]
 Transienten-Analyse

Bild 1.110: Einstellung der Quelle VPULSE

* Schematics Netlist SB_1.8 *

```
V_UP      1  0  DC 0  AC 0  PULSE 0V 1V 200us  0us  0us  500us 1ms
R_R1     1  2  500
C_C1     2  0  1uF  IC=0V
```

** Analysis setup **

```
.TRAN      0  5ms 0  1us
.TEMP     20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_8.cir ***

```
.probe
.END
```

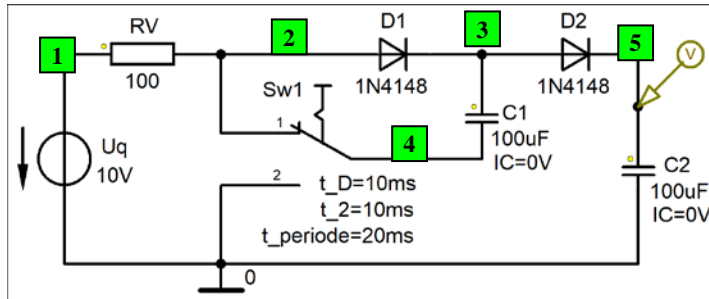
- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

Trace → *Add Trace* V(2) [Zeitfunktion der Spannung u_{C1}]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.9: Spannungsverdoppler

(Orig.: SB_1.10)



Bibliotheken aus [2a]
 Transienten-Analyse

Bild 1.114: Simulation eines Spannungsverdopplers

* Schematics Netlist SB_1.9 *

```
V_Uq      1  0  10V
R_RV      1  2  100
D_D1      2  3  D1N4148
D_D2      3  5  D1N4148
C_C1      3  4  100uF  IC=0V
C_C2      5  0  100uF  IC=0V
X_Sw1     4  2  0  Sw_perChange
+ PARAMS: t_D=1ms  t_2=10ms  t_periode=20ms
+ t_switch=1us  R_low=1m  R_high=1g
```

** Analysis setup **

```
.TRAN      0  300ms  0  100us
.TEMP      20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_9.cir ***

```
.probe
.END
```

- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

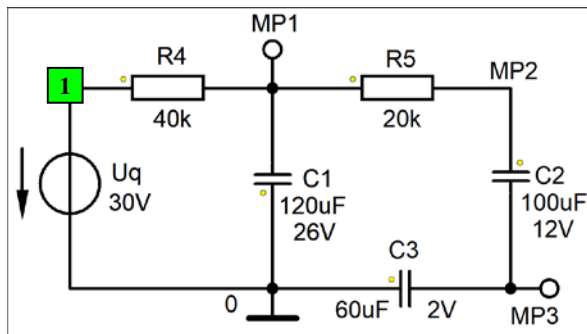
Trace → Add Trace V(5) [Zeitfunktion der Ausgangsspannung u_{C2}]

Weitere Informationen: Analysis → Examine Output (Output-File)



Simulationsbeispiel 1.10: Ladungsausgleich

(Orig.: SB_1.11)



Bibliotheken aus [2a]
 Transienten-Analyse
 Hilfswiderstände RH ausgeblendet
 (sind über je einen Bubble angeschlossen)

Bild 1.117: Schaltung zur Simulation eines Ladungsausgleiches

* Schematics Netlist SB_1.10 *

```
V_Uq      1      0      30V
R_R4      1      MP1     40k
R_R5      MP1     MP2     20k
C_C1      MP1     0       120uF  IC=-26V
C_C2      MP2     MP3     100uF  IC=12V
C_C3      MP3     0       60uF   IC=-2V
R_RH1     0      MP1     100Meg
R_RH3     0      MP3     100Meg
```

** Analysis setup **

```
.TRAN      0      30s      0      10ms
.TEMP      20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_10.cir ***

```
.probe
.END
```

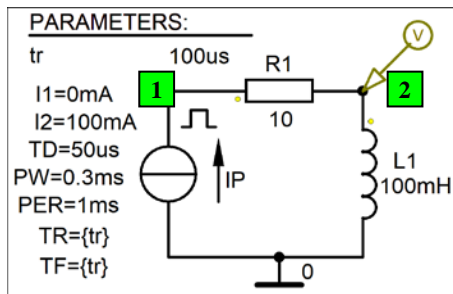
- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

Trace → Add Trace V(MP1) V(MP2)–V(MP3) V(MP3) [Zeitfunktionen u_C]

Weitere Informationen: Analysis → Examine Output (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.11: Selbstinduktion

(Orig.: SB_1.12)



Bibliotheken aus [2a]
 Transienten-Analyse
 Parametric-Sweep

Bild 1.120: Einstellung der Quelle IPULSE

* Schematics Netlist SB_1.11 *

```
I_IP      0  1  DC 0  AC 0
+PULSE   0mA  100mA  1ms {tr} {tr} 0.3ms  1ms
R_R1     2  1  10
L_L1     2  0  100mH
.PARAM   tr=100us
```

** Analysis setup **

```
.TRAN     0  1.8ms  0.9ms  10us
.STEP     PARAM   tr  LIST  10u 20u 50u 100u 200u
.TEMP     20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_11.cir ***

```
.probe
.END
```

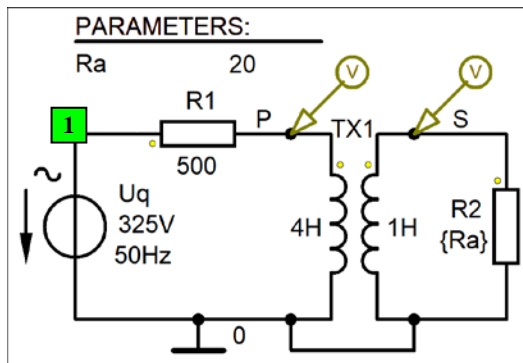
- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

Trace → *Add Trace* V(2) oder: V1(L_L1) [Zeitfunktionen u_{L1}]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.12: Transformator

(Orig.: SB_1.8)



Bibliotheken aus [2a]

AC-Analyse
 Parametric-Sweep

Bild 1.122: Schaltung zur Simulation eines Transformators

* Schematics Netlist SB_1.12 *

```
V_Uq      1      0      AC      325V      SIN      0      325V      50Hz      0      0      0
R_R1      1      P      500
R_R2      S      0      {Ra}
K_TX1     L1_TX1   L2_TX1  1
L1_TX1    P      0      4H
L2_TX1    S      0      1H
.PARAM    Ra=20
```

** Analysis setup **

```
.AC        LIN      1      50      50
.STEP      LIN      PARAM    Ra      20      500      20
.TEMP      20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_12.cir ***

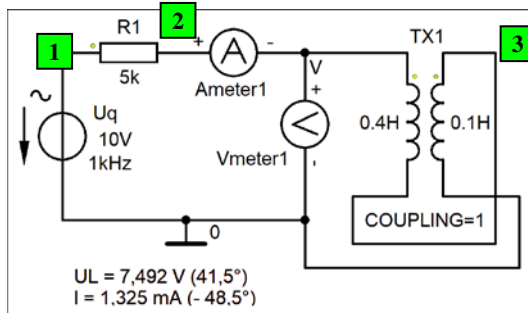
```
.probe
.END
```

- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

Trace → *Add Trace* V(P) und: V(S) [Verlauf von U_p und U_s bei Variation von R_a]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.13: Induktivitätsbestimmung



Bibliotheken aus [2a]

AC-Sweep (feste Frequenz)
 Messung AC_Meter

Bild 1.124: Simulation einer gleichsinnigen Reihenschaltung

* Schematics Netlist SB_1.13 *

```
V_Uq      1      0      AC      10V      SIN      0      10V      1kHz      0      0      0
R_R1      1      2      5k
K_TX1     L1_TX1    L2_TX1  1
L1_TX1    V      3      0.4H
L2_TX1    3      0      0.1H
V_Ameter1 2      V      AC      0V
.watch    AC      IM(V_Ameter1)  IP(V_Ameter1)|
.print    AC      IM(V_Ameter1)  IP(V_Ameter1)|
.watch    AC      VM([V],[0])    VP([V],[0])|
.print    AC      VM([V],[0])    VP([V],[0])|
```

** Analysis setup **

```
.AC      LIN      1      1kHz      1kHz
.TEMP    20
.OP
```

*** RESUMING SB_1_13.cir ***

```
.probe
.END
```

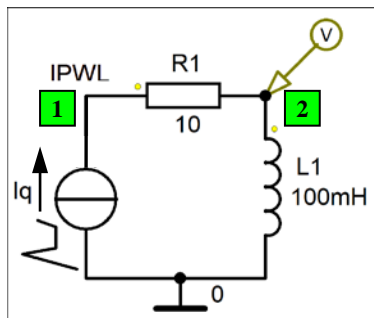
- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

> Watch < [bei: Simulation Status Window] [Anzeige der Messwerte]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.14.a: Simulation spezieller Signalverläufe

(NEU: 2020)



Bibliotheken aus [2a]

Transienten-Analyse

Bild 1.127: Beispiel für den Einsatz der Quelle IPWL

* Schematics Netlist IPWL *

```
I_Iq 0 1 DC 100mA
+PWL 0 0 10m 0 15m 100m 35m 100m 50m 0 60m 0 70m -70m 90m 0
R_R1 1 2 10
L_L1 2 0 100mH
```

** Analysis setup **

```
.TRAN 0ns 100m 0 10u
.TEMP 20
.OP
```

*** RESUMING IPWL.cir ***

```
.probe
.END
```

- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

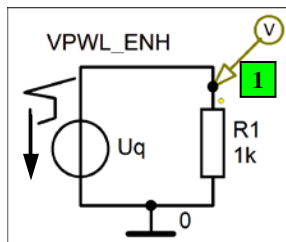
Trace → *Add Trace* I(I_Iq) [Signalverlauf der Quelle]

> Add Plot to Window <

Trace → *Add Trace* V1(L_L1) [Zeitfunktion der induzierten Spannung]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)

Simulationsbeispiel 1.14.b: Simulation spezieller Signalverläufe (NEU: 2020)



Bibliotheken aus [2a]

Transienten-Analyse

Bild 1.128: Beispiel für den Einsatz der Quelle VPWL_ENH

* Schematics Netlist VPWL *

```
V_Uq 1 0 PWL TIME_SCALE_FACTOR=1 VALUE_SCALE_FACTOR=1
+ REPEAT FOREVER
+ (0 0) (1.52m 0) (2.21m 9.55m) (2.9m 0) (3.62m 0) (3.94m -9.55m) (4.24m
+ 77.25m) (4.67m -22.7m) (5.3m 0) (6.87m 0) (8.35m 12.27m) (10.33m 0) 12.51m 0)
+ ENDREPEAT
R_R1 1 0 1k
```

** Analysis setup **

```
.TRAN 0ns 100m 0 10u
.TEMP 20
.OP
```

*** RESUMING VPWL.cir ***

```
.probe
.END
```

- Aufruf von Variablen und Darstellung von Funktionen im **PROBE-Fenster** über:

Trace → Add Trace V(1) [Signalverlauf der Quelle]

Weitere Informationen: *Analysis* → *Examine Output* (Output-File)