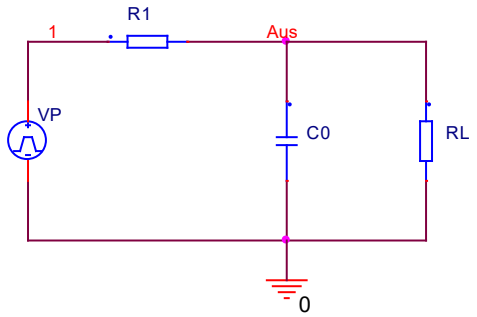
Vorlesung 5: am 23.10.2023 Fourieranalyse

Anmerkungen:

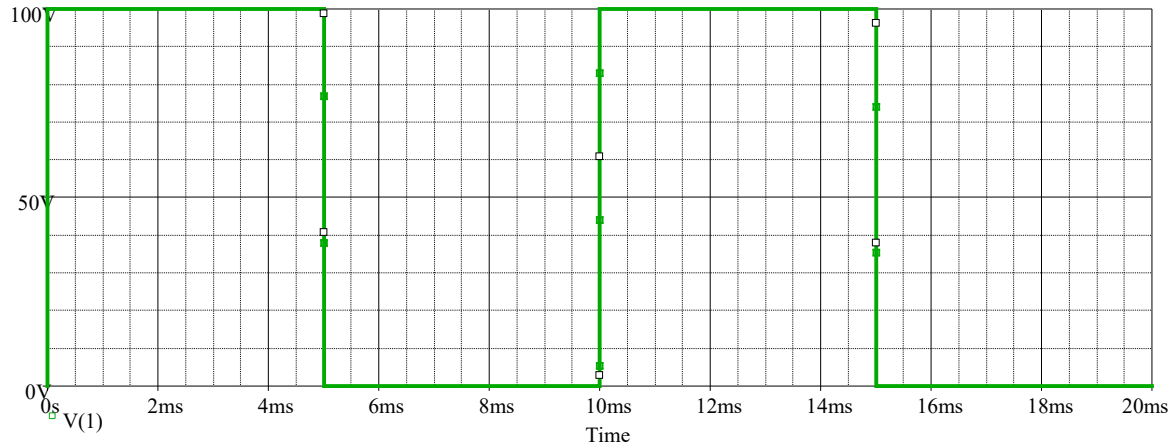
- Die Fourieranalyse ist nur im Zusammenhang mit der Transientenanalyse möglich!
- Für eine korrekte Berechnung der Frequenzwerte ist es erforderlich **eine ganze Anzahl von Perioden** berechnen zu lassen (z.B.: 2,4,8,16,32 Perioden .. 1,3 auch möglich)

Verwendbare Beispiele: Demo1 ; Demo4

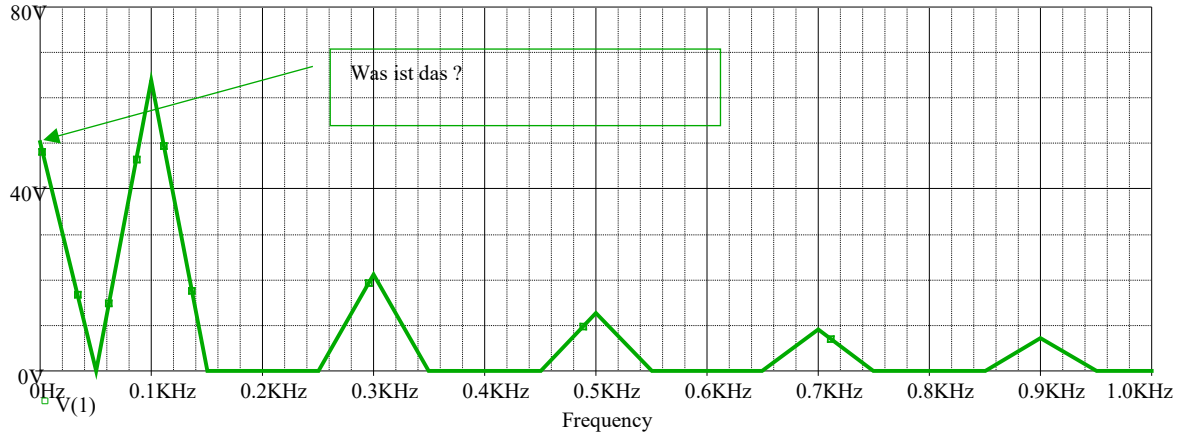
Verwendetes Beispiel: Demo1



Darstellung der Eingangsspannung (V(1))



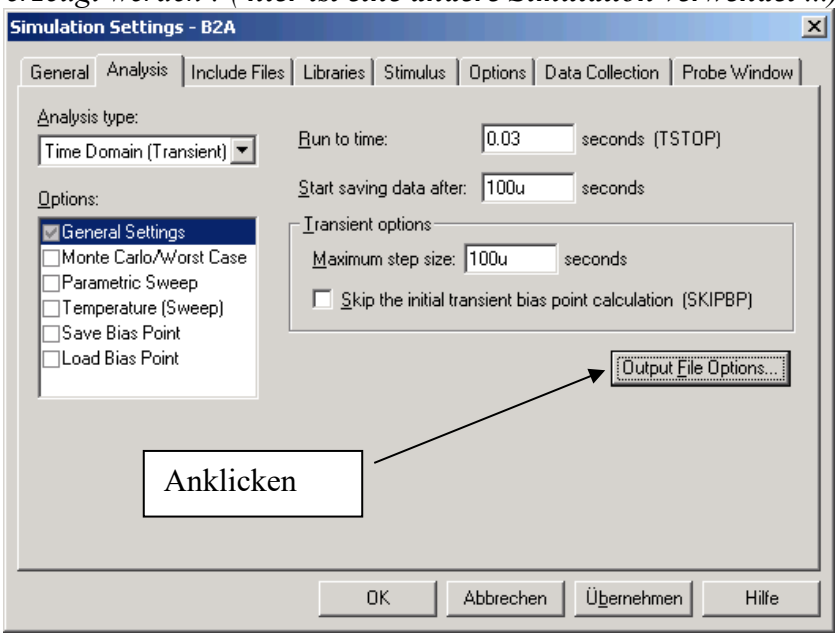
Durch Betätigen des Buttons für die FFT erhält man folgendes Ergebnis :



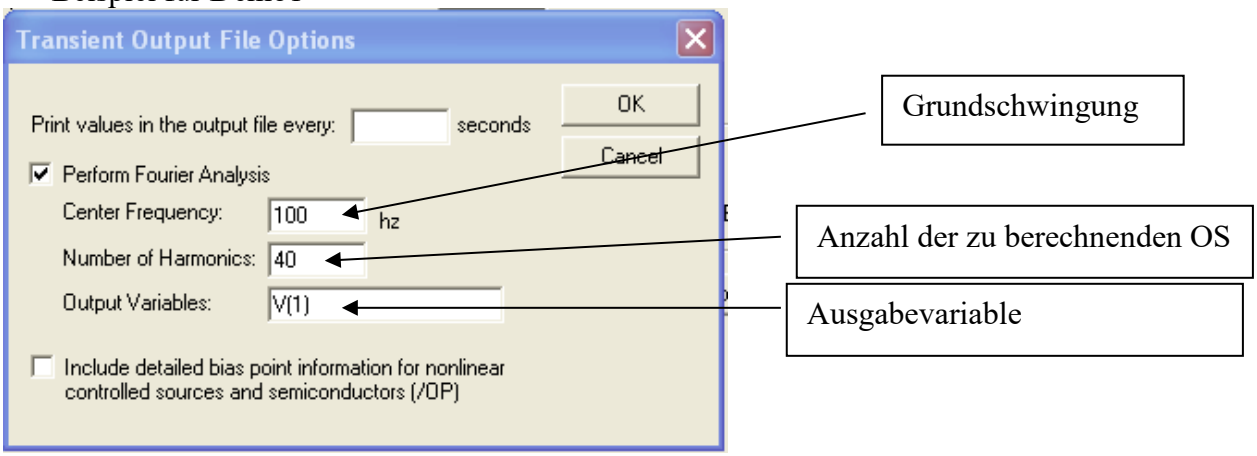
Die Schrittweite zwischen den Frequenzwerten ergibt sich durch die Anzahl der berechneten Perioden (10 Perioden ergeben eine Schrittweite von 1/10 der Grundfrequenz… in diesem Beispiel sind 2 Perioden berechnet worden ; es ergeben sich also die Rechenpunkte : 0Hz,50Hz,100 Hz,150Hz…))

Oder anders ausgedrückt : 1/20ms = 50Hz = Schrittweite

*Sollen die Werte für die fft auch für andere Programme zur Verfügung stehen können diese folgendermaßen erzeugt werden : (**hier ist eine andere Simulation verwendet** ...)*



Beispiel für Demo1



Ergibt folgende Daten in der „OUT“ – Datei

```
**** 10/31/06 14:12:00 ************** PSpice Lite (Mar 2000) *****************
** Profile: "SCHEMATIC1-Demo1"  [ F:\Beispiele\Demo1\demo1-schematic1-demo1.sim ]
****     FOURIER ANALYSIS                 TEMPERATURE =   27.000 DEG C
******************************************************************************

FOURIER COMPONENTS OF TRANSIENT RESPONSE V(1)

 DC COMPONENT =   4.010000E+01

 HARMONIC    FREQUENCY     FOURIER    NORMALIZED    PHASE        NORMALIZED
    NO          (HZ)      COMPONENT    COMPONENT    (DEG)       PHASE  (DEG)

     1      1.000E+02    6.061E+01    1.000E+00    1.638E+01    0.000E+00 = Grundschwingung
     2      2.000E+02    1.855E+01    3.061E-01   -5.727E+01   -9.003E+01
     3      3.000E+02    1.264E+01    2.086E-01    4.920E+01    5.478E-02
     4      4.000E+02    1.509E+01    2.490E-01   -2.451E+01   -9.004E+01
     5      5.000E+02    2.000E-01    3.300E-03    9.000E+01    8.092E+00
     6      6.000E+02    1.018E+01    1.679E-01    8.317E+00   -8.997E+01
     7      7.000E+02    5.206E+00    8.589E-02   -6.573E+01   -1.804E+02
     8      8.000E+02    4.857E+00    8.013E-02    4.142E+01   -8.963E+01
     9      9.000E+02    6.707E+00    1.107E-01   -3.279E+01   -1.802E+02
    10      1.000E+03    2.000E-01    3.300E-03    9.000E+01   -7.382E+01
    11      1.100E+03    5.613E+00    9.260E-02    2.411E-01   -1.800E+02
    12      1.200E+03    3.000E+00    4.950E-02   -7.465E+01   -2.712E+02
    13      1.300E+03    3.067E+00    5.060E-02    3.382E+01   -1.791E+02
    14      1.400E+03    4.333E+00    7.149E-02   -4.127E+01   -2.706E+02
    15      1.500E+03    2.000E-01    3.300E-03    9.000E+01   -1.557E+02
    16      1.600E+03    3.916E+00    6.460E-02   -7.924E+00   -2.700E+02
```

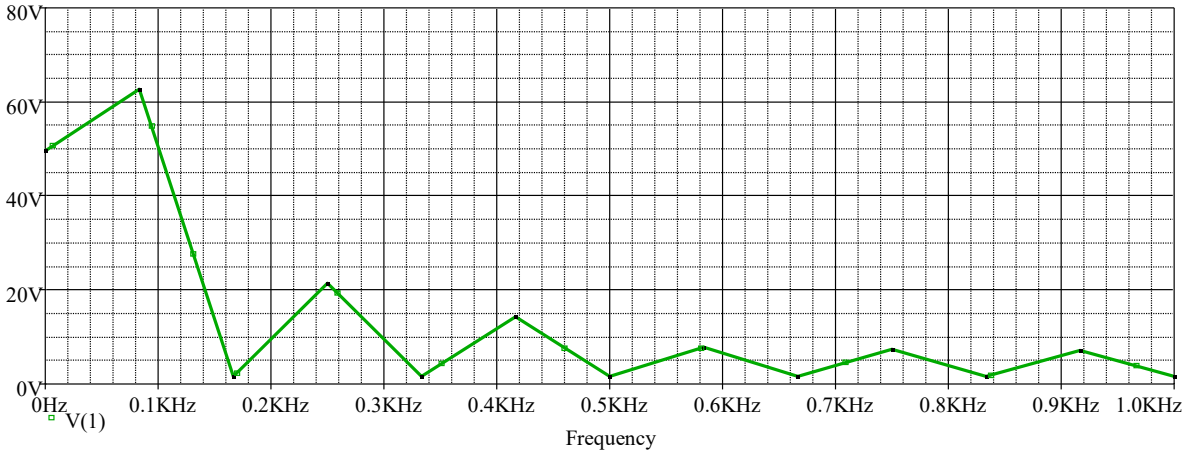
17	1.700E+03	2.110E+00	3.482E-02	-8.409E+01	-3.626E+02
18	1.800E+03	2.275E+00	3.754E-02	2.629E+01	-2.686E+02
19	1.900E+03	3.228E+00	5.326E-02	-5.002E+01	-3.613E+02
20	2.000E+03	2.000E-01	3.300E-03	9.000E+01	-2.376E+02
21	2.100E+03	3.042E+00	5.018E-02	-1.625E+01	-3.603E+02
22	2.200E+03	1.645E+00	2.713E-02	-9.404E+01	-4.544E+02
23	2.300E+03	1.832E+00	3.022E-02	1.872E+01	-3.581E+02
24	2.400E+03	2.605E+00	4.298E-02	-5.908E+01	-4.522E+02
25	2.500E+03	2.000E-01	3.300E-03	9.000E+01	-3.195E+02
26	2.600E+03	2.519E+00	4.156E-02	-2.481E+01	-4.507E+02
27	2.700E+03	1.373E+00	2.265E-02	-1.044E+02	-5.467E+02
28	2.800E+03	1.551E+00	2.559E-02	1.099E+01	-4.477E+02
29	2.900E+03	2.220E+00	3.663E-02	-6.845E+01	-5.435E+02
30	3.000E+03	2.000E-01	3.300E-03	9.000E+01	-4.014E+02
31	3.100E+03	2.183E+00	3.601E-02	-3.365E+01	-5.415E+02
32	3.200E+03	1.209E+00	1.994E-02	-1.151E+02	-6.393E+02
33	3.300E+03	1.362E+00	2.246E-02	3.009E+00	-5.376E+02
34	3.400E+03	1.975E+00	3.258E-02	-7.811E+01	-6.351E+02
35	3.500E+03	2.000E-01	3.300E-03	9.000E+01	-4.834E+02
36	3.600E+03	1.961E+00	3.236E-02	-4.280E+01	-6.325E+02
37	3.700E+03	1.113E+00	1.837E-02	-1.258E+02	-7.320E+02
38	3.800E+03	1.230E+00	2.029E-02	-5.338E+00	-6.278E+02
39	3.900E+03	1.822E+00	3.006E-02	-8.800E+01	-7.269E+02
40	4.000E+03	2.000E-01	3.300E-03	9.000E+01	-5.653E+02

TOTAL HARMONIC DISTORTION = 5.459585E+01 PERCENT

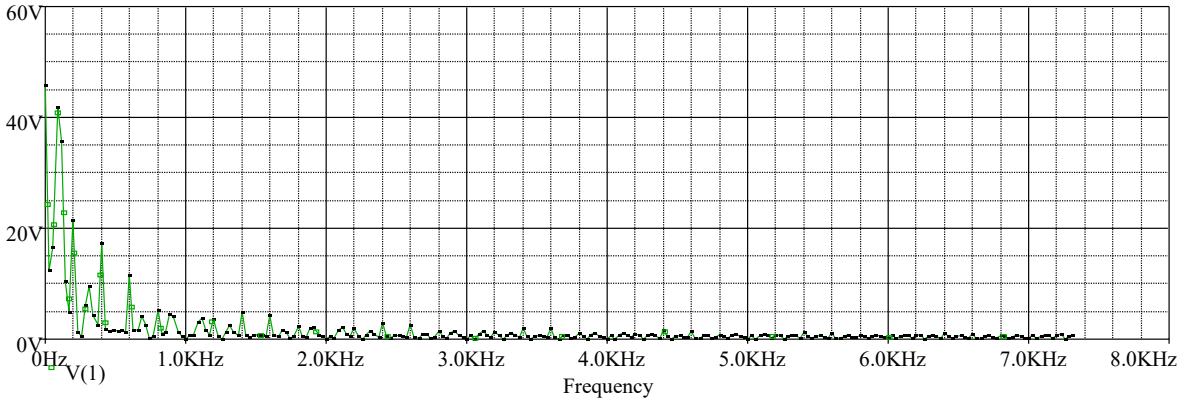
Fourier Component = Berechneter FFT – Wert
Normalized Component = Normierter Wert

Fehlerhafte Darstellungen :

- wenn bis 12ms gerechnet wird (oder mit Restrict Data nur der Bereich 0-12ms verwendet wird) ergibt sich folgendes:

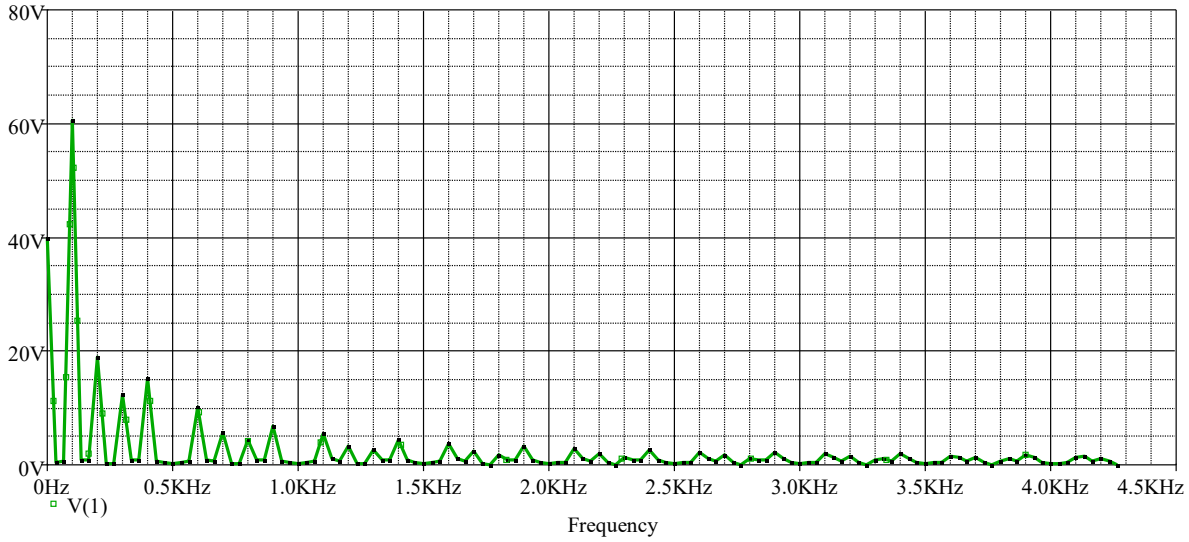


verschiedene Varianten testen...

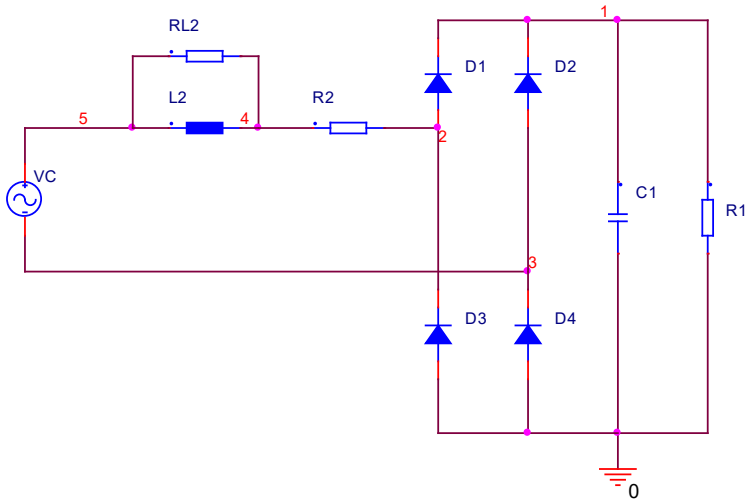


Möglichkeiten der nachträglichen Korrektur eines „falschen“ Berechnungszeitraumes.

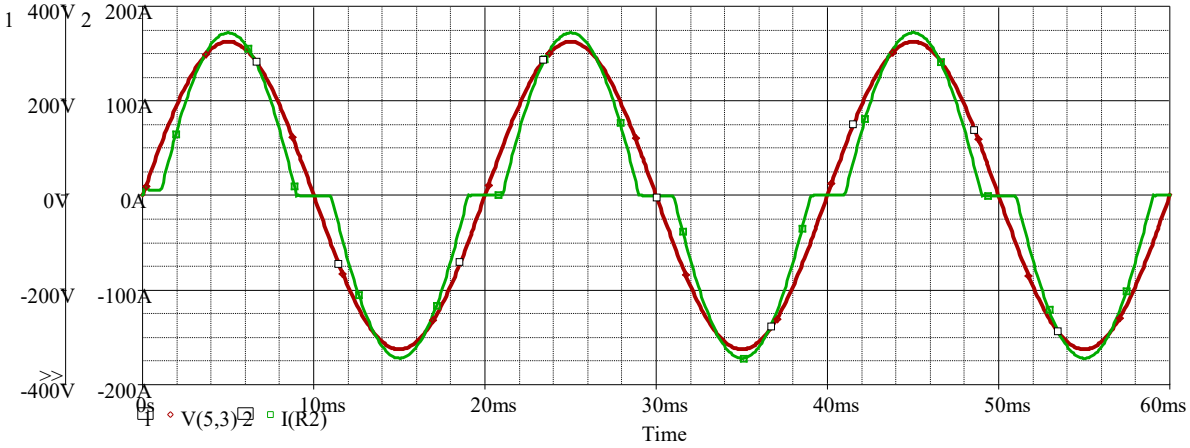
Beispiel: In dem Beispiel „Demo1“ sei von 0 bis 35ms gerechnet worden.
Das Ergebnis kann nach der Berechnung noch korrigiert werden indem der auszuwertende Bereich mit „restrict data“ auf 30ms einschränkt wird.



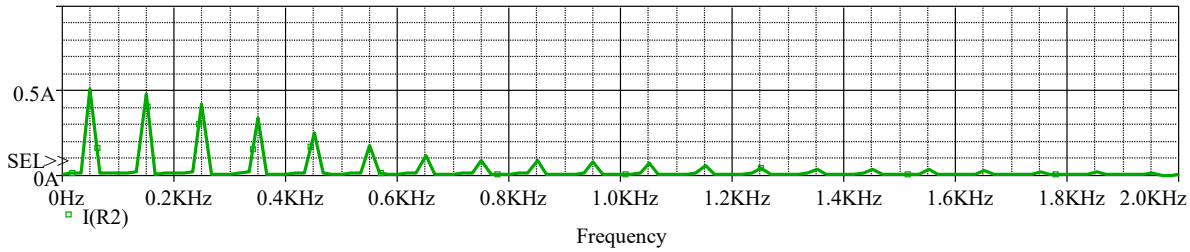
a) B2a

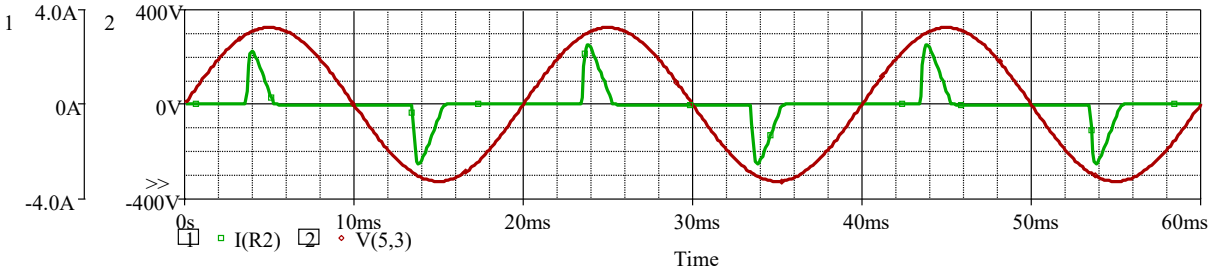


Verzeichnis: falsche Diodenspannung
... Fehler in der Schaltung... Sperrspannung der Dioden nur 100V...
Lösungsansatz: Strom IR2 ansehen (eventuell mit IR1 vergleichen) → offensichtlich muss der Strom irgendwo anders fließen…



→ im Simulationsmodell die Durchbruchspannung auf 1000V ändern!



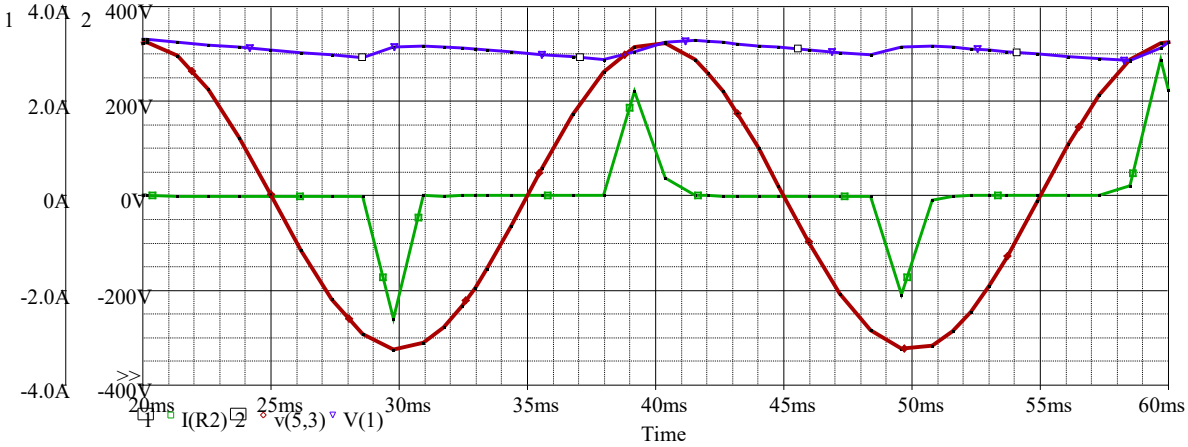


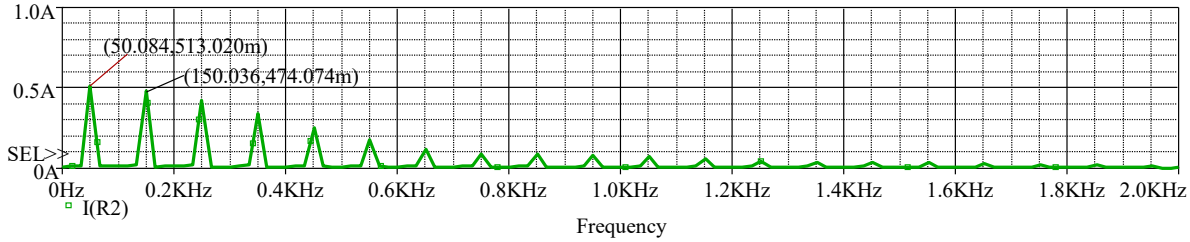
Zusätzliche Erläuterungen:

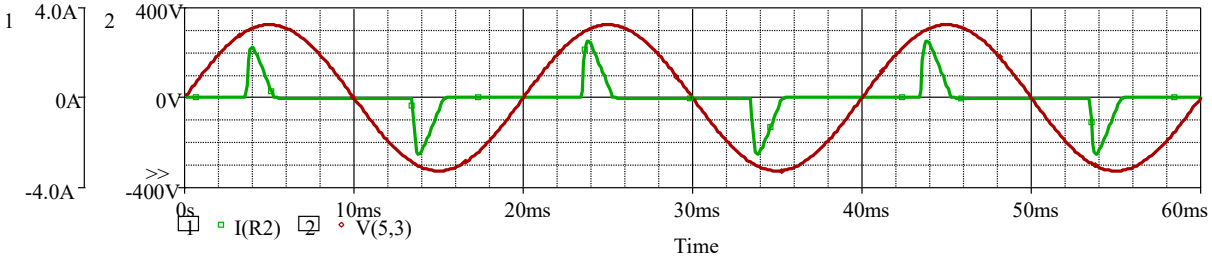
- Kondensator: Was bedeutet die Angabe: IC=310?

→ Startbedingung: der Kondensator sei zu Beginn der Simulation auf 310V aufgeladen

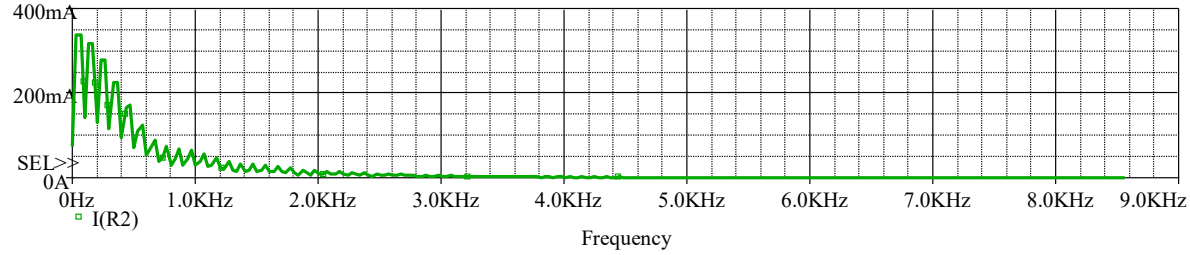
Zusätzliche Darstellung : Berechnung bis 0.06s=60ms ohne Angabe der maximalen Schrittweite

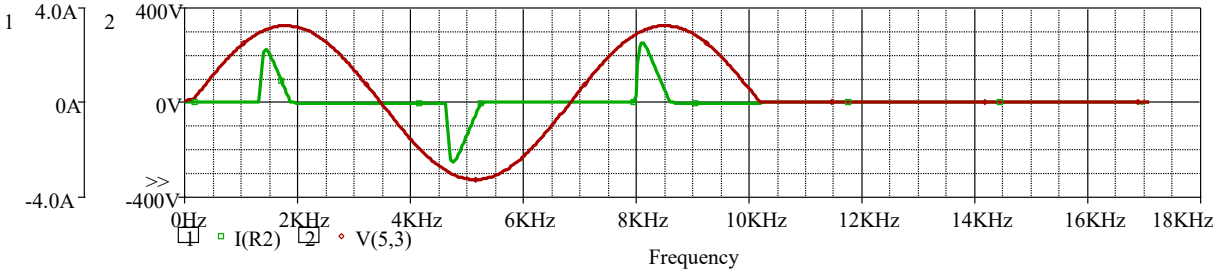




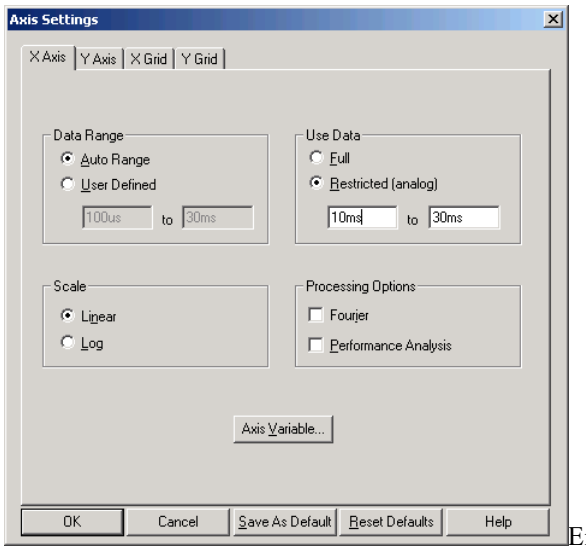


Fehlerhafte Simulation (falsches Fenster für die FFT) → 0 bis 30ms =1,5 Perioden !



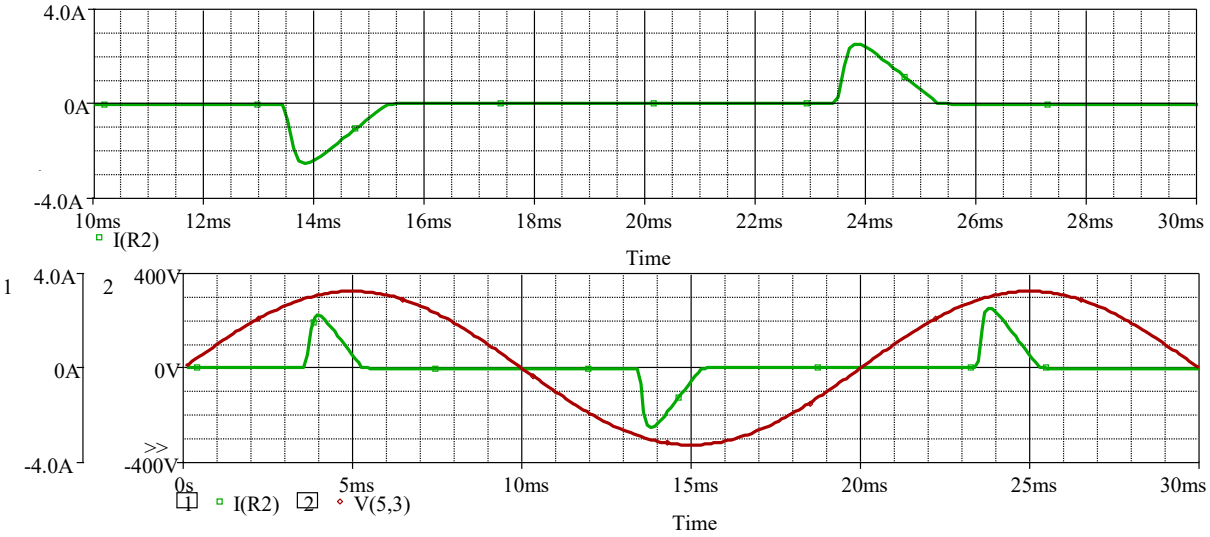


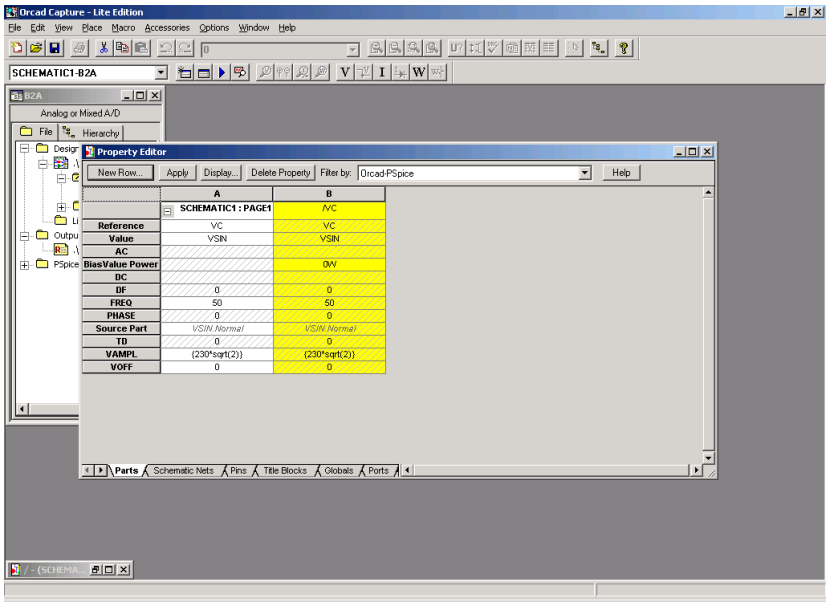
Achtung: im oberen Bild ist die X-Achsenbeschriftung fehlerhaft… Frequenz statt Zeit!
Fehlerursache: unbekannt !



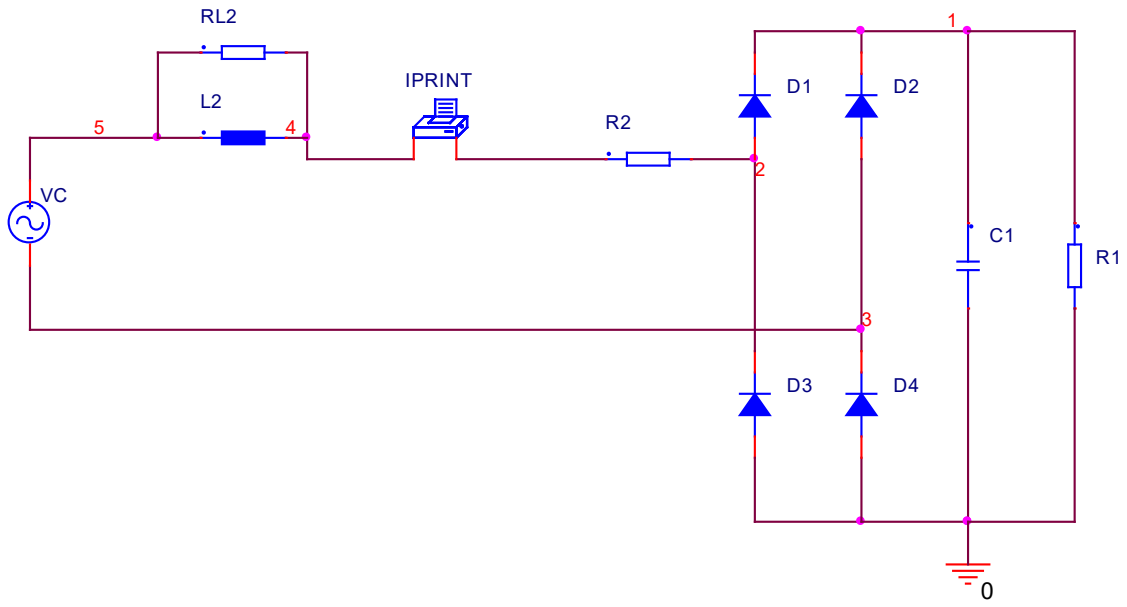
Einschränkung von 10ms bis 30ms = 1 Periode

Ergebnis der Simulation nach der Begrenzung durch „Restrict Data“





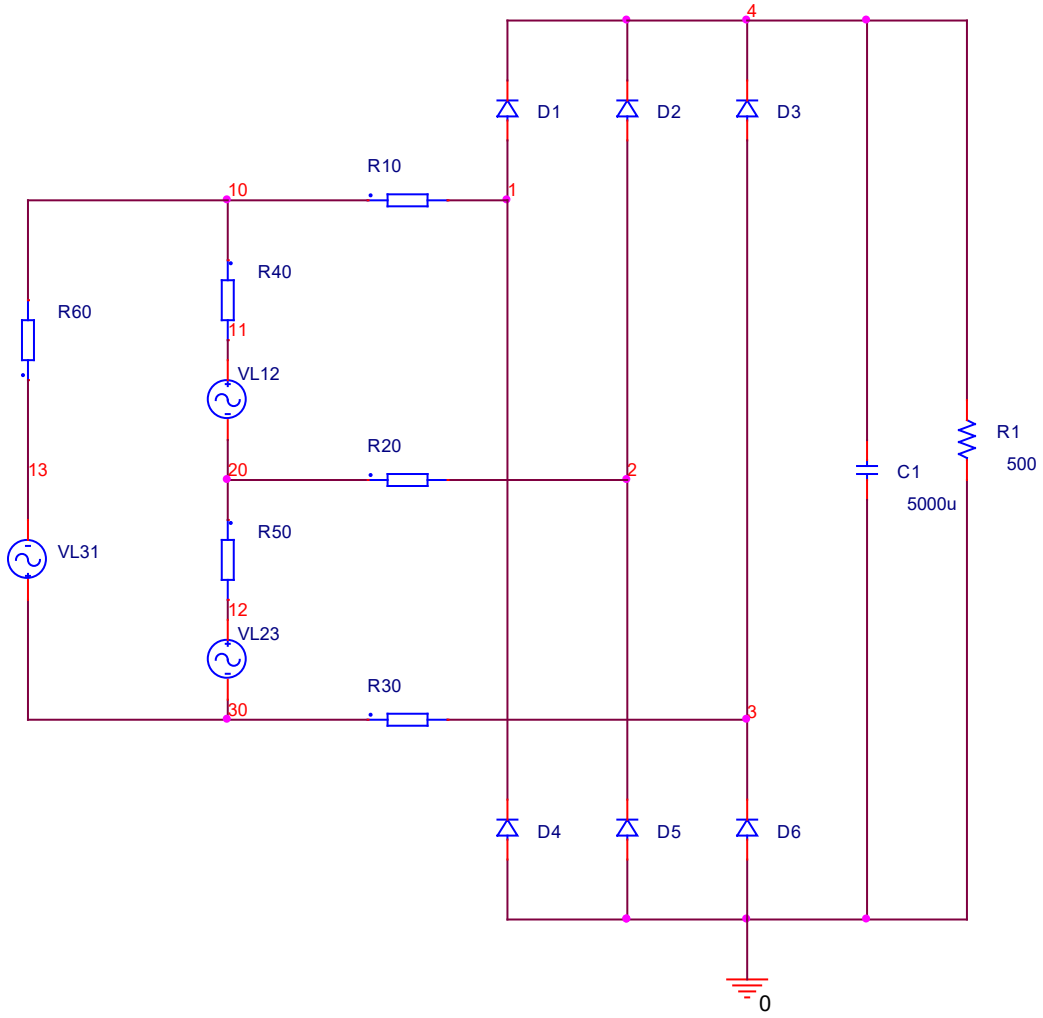
Thema: EN 61000-3-2 (Oberschwingungen...)
Dafür FFT-Werte in die Datei schreiben...

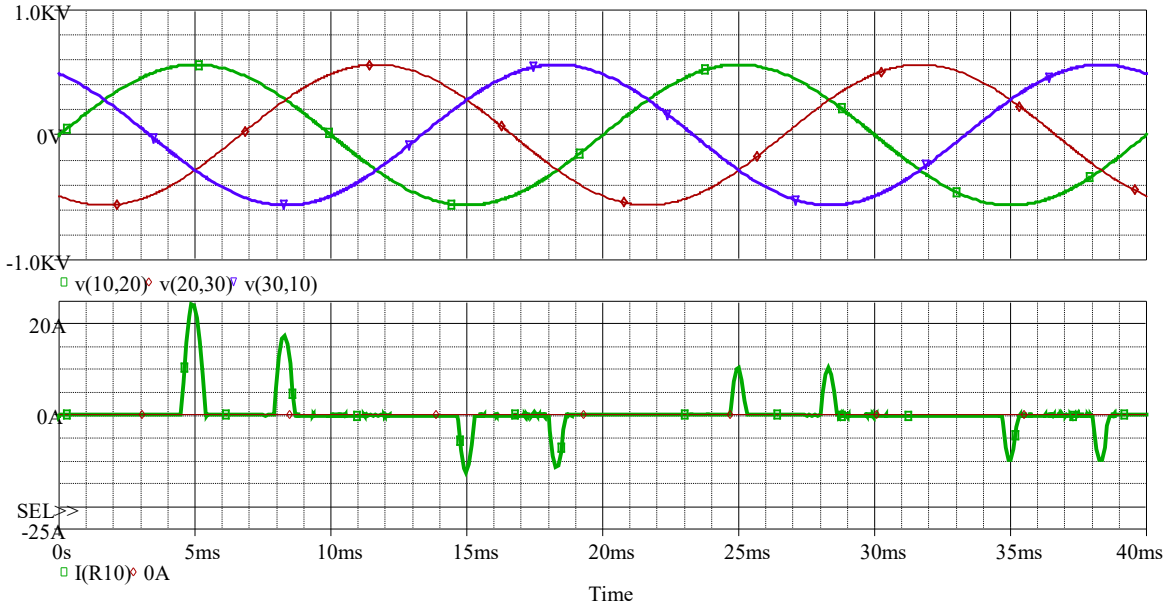


Aufgabe:

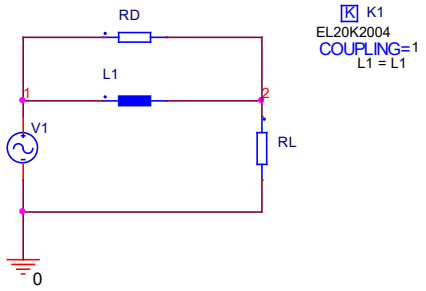
B6 – Schaltung (Normal) ändern in folgende Schaltung…

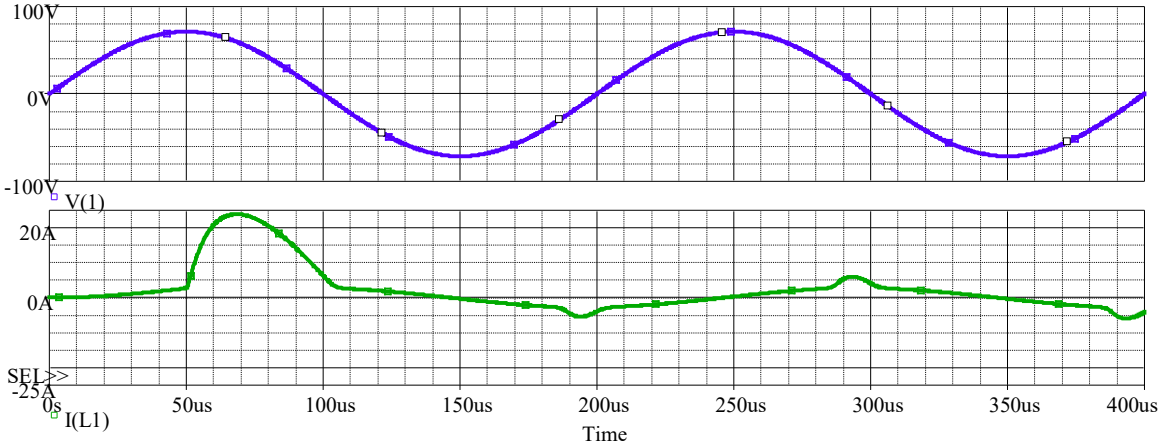
→ mit kapazitiver Glättung C=5000uF (vorgeladen auf 550V) und ohmscher Belastung mit 500 Ω



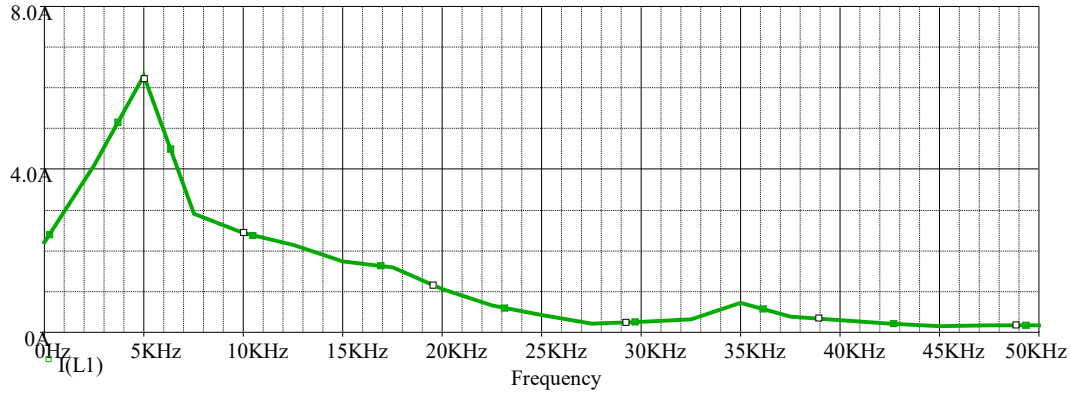


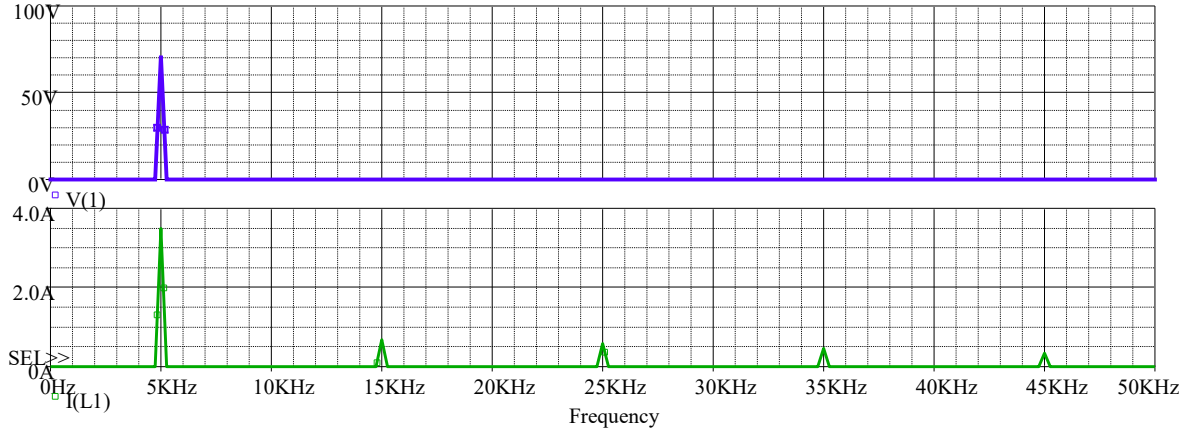
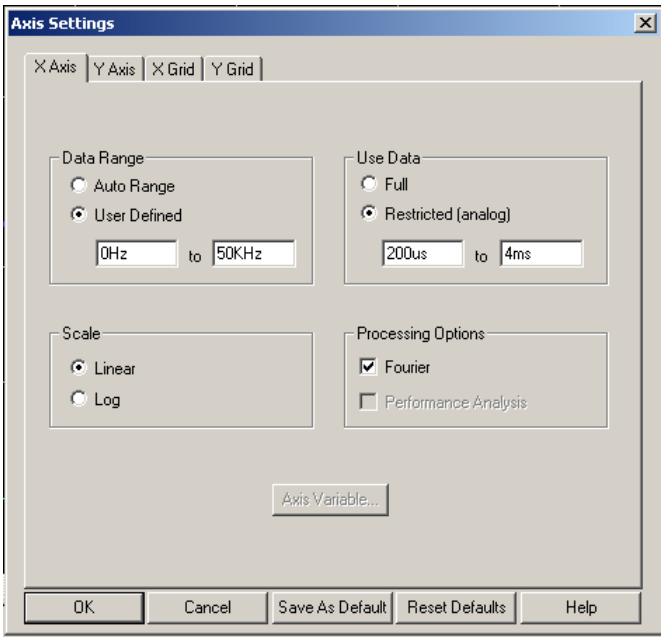
Demo4 → Problem …. Einschwingvorgang





Ergebnis der FFT



Deutlich sind hier nur die erwarteten, ungradzahligen Vielfachen der Grundschwingung (5kHz) zu sehen (3,5,7,9-te OS)

Ergebnis bei einer Simulation von 200us bis 4ms = 19 Perioden