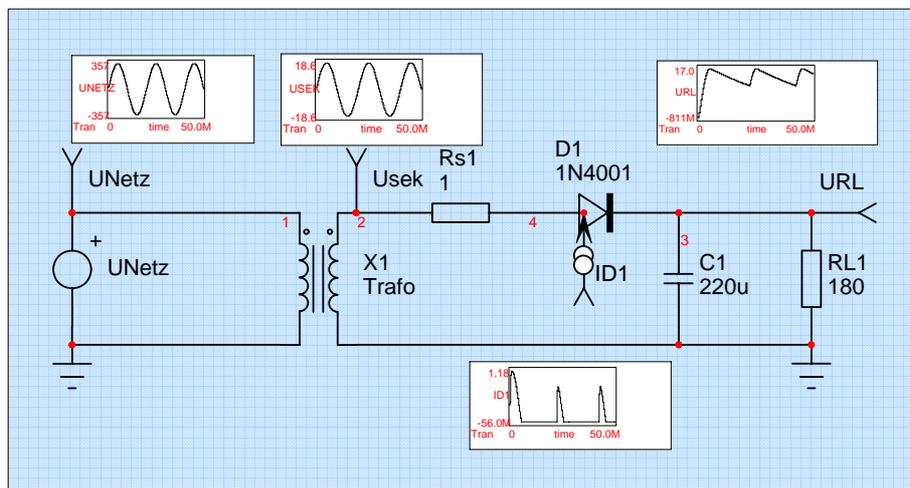


Dipl.-Ing. Gerd Frerichs

Elektronik u. Breitbandkommunikationstechnik
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Schaltungssimulation mit SPICE



Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramms
ICAP/4 Windows von:



26340 Zetel, Tel.: 04453 / 486572
eMail: pp-base@g-frerichs.de
HP: www.g-frerichs.de

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Vorbereitung
HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbereitung	3
2. Erstellen der Schaltung in SPICE NET	4
a) Über PD-Menü - Parts:.....	4
b) Über Part Browser:.....	4
c) Über die Tastatur:.....	4
d) Masse (Ground):	4
e) Bauteilvariable bestimmen:	4
3. Simulation mit IsSpice:	6
a) Berechnen:.....	6
b) Simulation Options	7
c) Simulation starten:.....	7
4. Darstellung der Simulationsergebnisse in SCOPE	8
a) Graphen selektieren:.....	9
b) Messwerte ermitteln:	9
5. Alter, Variation eines Bauteilwertes	10
6. Ausgabe der Graphen, Dokumentation.....	12
a) Ausgabe durch ein anderes Programm:.....	12
b) Dokumentation im SpiceNet:.....	12
7. Anhang, Aufgabenstellung.....	14

Verzeichnis der Bilder

Bild 1: Fenster SpiceNet mit aktiviertem Part Browser	3
Bild 3: Eingabe der Bauteilvariablen	4
Bild 4: Definieren der Spannungsquelle.....	5
Bild 5: Definieren einer Sinus-Spannung	5
Bild 6: Auswahl Simulationsart.....	6
Bild 7: Bestimmen der Simulations-Zeiten	6
Bild 8: Simulations Optionen	7
Bild 9: Übersicht der Simulationsergebnisse	7
Bild 10: Auswahl der Graphen	8
Bild 11: Einstellung der Cursor 0 und 1	9
Bild 12: Ausschnitt aus IntuScope mit eingeblendeten Labeln	9
Bild 13: SpiceNet-Fenster mit PD-Menü zur Alter Aktivierung.....	10
Bild 14: Alterbox für C1	10
Bild 16: Fehlermeldung für fehlendes Scope	11
Bild 15: Startmöglichkeit für das IntuScop	11
Bild 17: Bearbeitung der Graphendarstellung	12

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: In SpiceNet erstellte Zeichnung für eine Einweg-Gleichrichter-Schaltung	5
Abb. 2: In IntuScope dargestellte Graphen der simulierten Einweg-Gleichrichter-Schaltung mit Glättung.8	8
Abb. 3: Darstellung der Graphen in Word, grafisch in Word ergänzt.....	11
Abb. 4: Darstellung der Graphen in SpiceNet.....	13

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Vorbereitung

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

Das Simulationsprogramm ICAP/4 von Intusoft wird vom Desktop über eine Verknüpfung Start ICAPS gestartet. Ohne Verknüpfung lässt sich das Programm wie folgt starten:

Startbutton / Programme / ICAP_4Windows / Start ICAPS

Weitere Info zum Programm ICAP und zu einer Demoversion erhält man unter:

www.daryan.de oder
www.thomatronik.de

1. Vorbereitung

Für die Einführung in die Bedienung wurde als Beispiel die Simulation einer Gleichrichterschaltung gewählt.

Wenn das Programm gestartet wird, ist zunächst das SpiceNet Fenster sichtbar in dem ein Zeichenblatt mit folgender Beschriftung: Untitled 1, Page 1 of 1 zur Verfügung steht.

Zu Beginn wird im SpiceNet Fenster das PD-Menü **Parts** geöffnet und im Part Browser ein Transformator XFMR ausgewählt. Mit Place wird dieses Bauteil in das Zeichenblatt eingefügt.

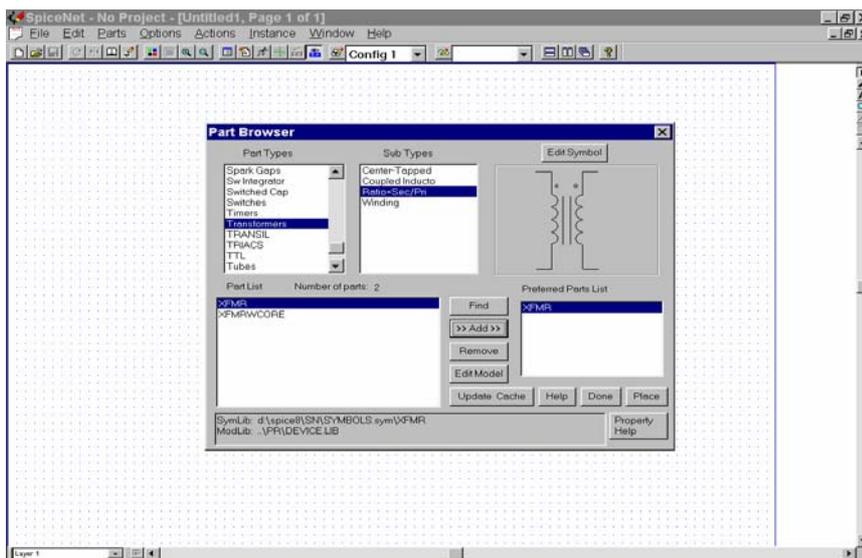


Bild 1: Fenster SpiceNet mit aktiviertem Part Browser

Danach ist das Zeichenblatt mit einem Namen zu kennzeichnen. Dies ist im **PD-Menü**:

Datei / *speichern*, wie z.B. nebenstehend dargestellt, auszuführen.

Im weiteren Verlauf der Simulation kann dann über den Speicherbutton (Diskette) das Speichern vorgenommen werden. Bitte **keine** anderen Laufwerke bzw. Ordner benutzen, da sonst der ganze PC mit SpiceDateien verseucht ist.

Nach dem Speichern erscheint die komplette Pfadangabe der Datei in der Titelzeile von SpiceNet – Projekt:

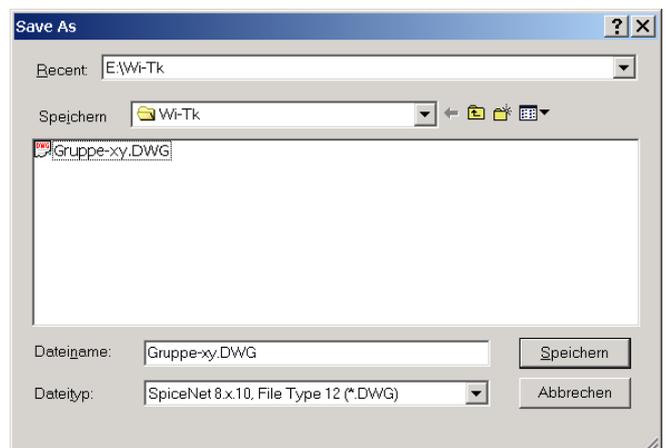


Bild 2: Speichervorgang

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Erstellen der Schaltung in SPICE NET

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

2. Erstellen der Schaltung in SPICE NET

Die Versuchsschaltung entsprechend der Variationen der Aufgabenstellung im SpiceNet Fenster erstellen.

Einfügen der Bauteile, Spannungsquellen und Messpunkte wie folgt:

a) Über PD-Menü - Parts:

- Voltage Source (die Spannungsquelle als Netzersatz)

b) Über Part Browser:

- Trafo, Dioden

c) Über die Tastatur:

- Widerstände über die Tasten „2 und R“, die nacheinander betätigt werden
- Kondensatoren mit der Taste „C“
- Spannungs-Messpunkt mit „Y“
- differentieller Spannungs-Messpunkt mit „2“Y (für Zweiweg-Gleichrichter)
- Strom-Messpunkt mit „3“Y
- Leistungsmesspunkt mit „4“Y

Achtung: In der Schaltung mit "Zweiweg-Gleichrichter" ist der Messpunkt U_{sek} durch einen differentiellen Spannungs-Messpunkt an der sekundären Wicklung des Trafos zu ersetzen, da durch die Gleichrichter-Dioden der direkte Massebezug der Sekundärwicklung nicht vorhanden ist.

Die markierten Bauteile (linke Maustaste etwas länger gedrückt halten) lassen sich dann mit der Mouse verschieben und mit der „+“ Taste nur rechts herum drehen.

Markierte Bauteile können mit der Taste „Entf“ aus dem Blatt gelöscht werden.

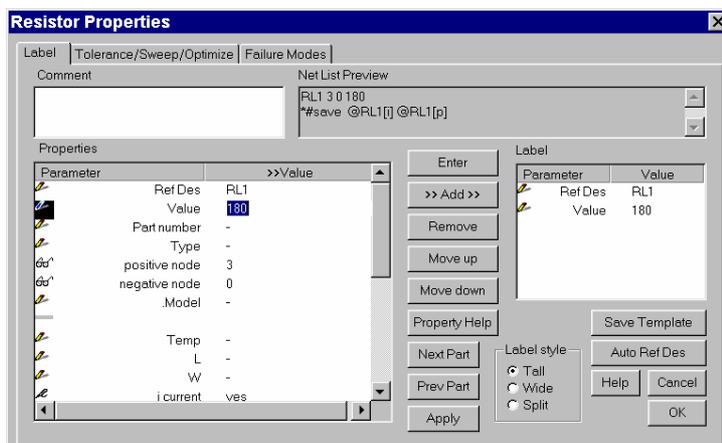
Verbindungsleitungen sind „wire“ und lassen sich mit „w“ einschalten und mit „Esc“ wieder ausschalten.

d) Masse (Ground):

Die Schaltung benötigt unbedingt einen Massebezug (Ground), der durch das Masse-Symbol hergestellt wird. Die Taste „O“ ist dafür als ShortCut eingerichtet.

e) Bauteilvariable bestimmen:

Doppelklicken auf ein Bauteil - dann öffnet sich ein Fenster z.B. für einen Widerstand



Unter RefDes wird der Name deklariert.
Unter Value wird der Widerstandswert
eingetragen.

Weitere Einträge müssen nicht erfolgen.

Kürzel für Zehnerpotenzen sind:

- K= Kilo = 1000
- Meg = Mega = 1 000 000
- M = Milli = 10^{-3}
- U = Mikro = 10^{-6}
- N = Nano = 10^{-9}
- P = Pico = 10^{-12}

Bild 3: Eingabe der Bauteilvariablen

Mit den anderen Bauteilen ist analog zu verfahren. Auch die Messpunkte können auf diese Weise umbenannt werden.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

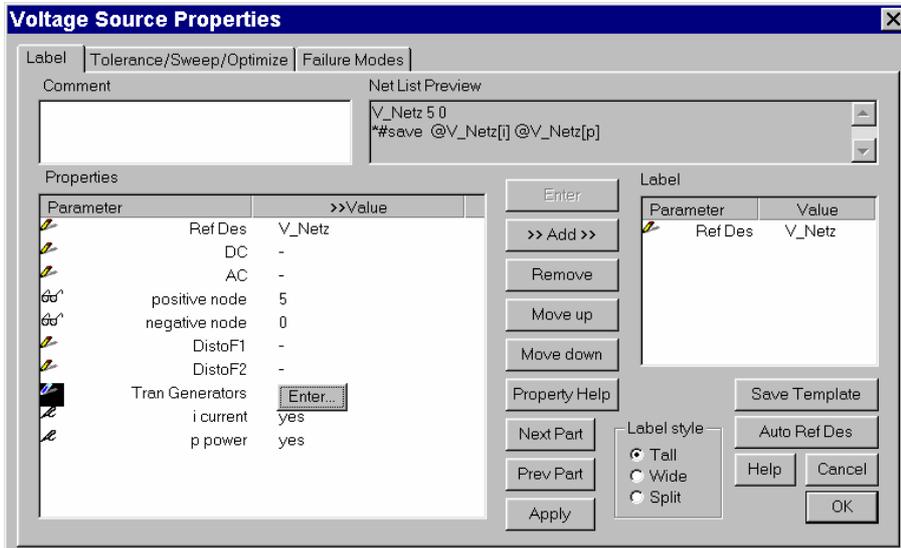
Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Erstellen der Schaltung in SPICE NET

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

Für die Spannungsquelle ist nicht nur der Name zu ändern, sondern auch die Spannung genau und etwas umfangreicher zu deklarieren. Mit dem Doppelklick auf die Quelle öffnet sich folgendes Fenster:



Der Name der Quelle darf nur soweit ergänzt werden, dass das „V“ erhalten bleibt. Also nur mit dem _ einen Namen anhängen!

Im Parameter-Fenster ist in der Zeile **Tran Generator** auf „none“ zu klicken.

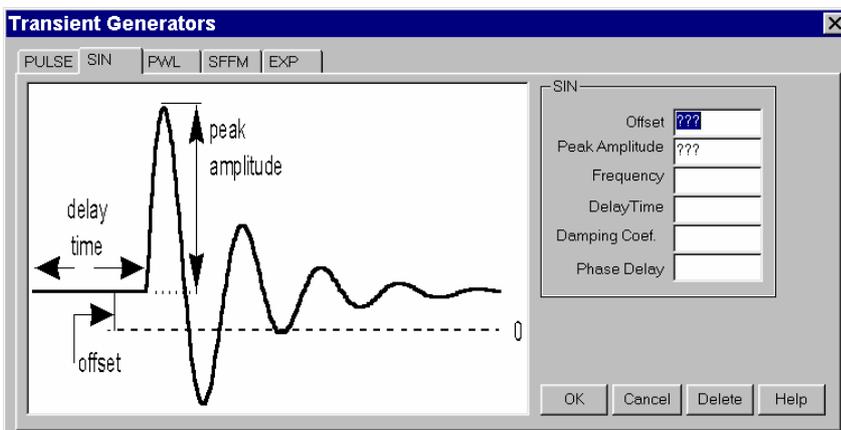
Dort erscheint dann ein „**Enter-Button**“ auf den wiederum zu klicken ist.

Nun öffnet sich ein weiteres Fenster in dem der Kartenreiter „**sin**“ anzuschalten ist. Nun die benötigte Netzspannung gem. den Versuchsanweisungen einstellen. Siehe Bild 5:

Bild 4: Definieren der Spannungsquelle

Achtung!

In die Felder nur absolute Zahlen eintragen, die auch mit den Kürzeln für Zehnerpotenzen ergänzt werden können.



Offset ist hier Null „0“

Peak Amplitude muss aus der Angabe der Netzspannung errechnet werden.

Die Frequenz ist hier 50 (Hz)

Delay Time ist hier Null „0“

Damping Coef. bleibt frei

Phase Delay ist Null „0“

Bild 5: Definieren einer Sinus-Spannung

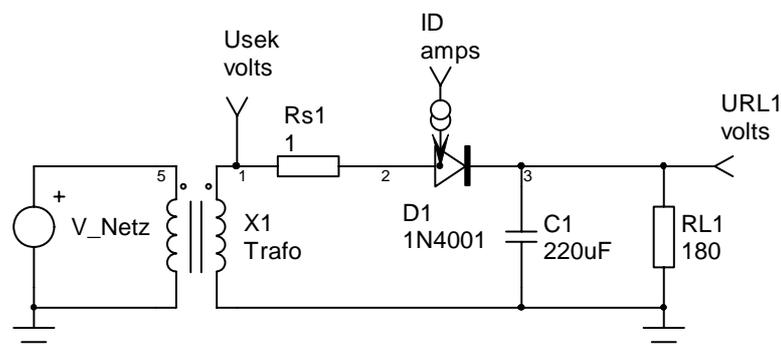


Abb. 1:

In SpiceNet erstellte Zeichnung für eine Einweg-Gleichrichter-Schaltung

Die Erstellung der Schaltzeichnung und die Bezeichnung der Bauteile ist nun abgeschlossen.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und Zweiweggleichrichterschaltung

Simulation mit IsSpice:

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

3. Simulation mit IsSpice:

Für die Simulation der Schaltung muss nun noch festgelegt werden, welche Art von Simulation gefordert wird, mit welchen Zeitschritten und für welchen Zeitraum die Simulation durchgeführt werden soll.

Im SpiceNet Fenster unter dem PD – Menü „Action“ Simulation Setup anklicken oder (Ctrl E).

Nebenstehendes Fenster wird geöffnet.

Für den Versuch Gleichrichterschaltungen ist hier **Transient** zu aktivieren.

In dem dann sich öffnenden Fenster sind die Simulationsparameter anzugeben, siehe nächstes Fenster: Bild 7

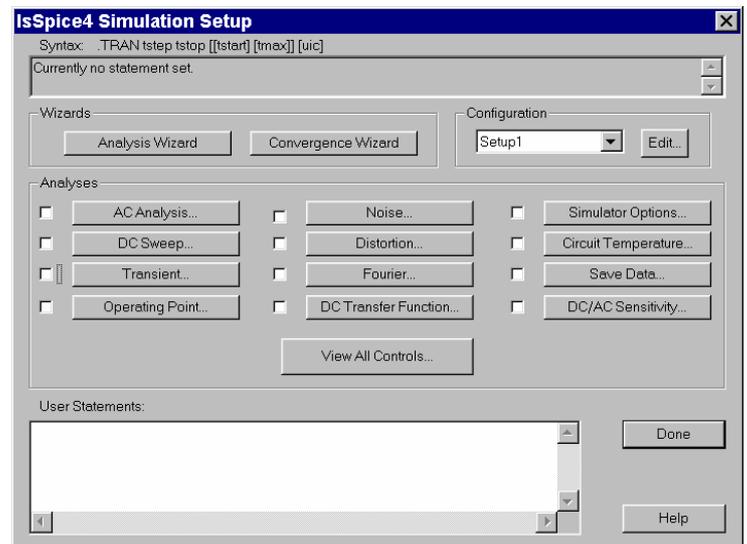
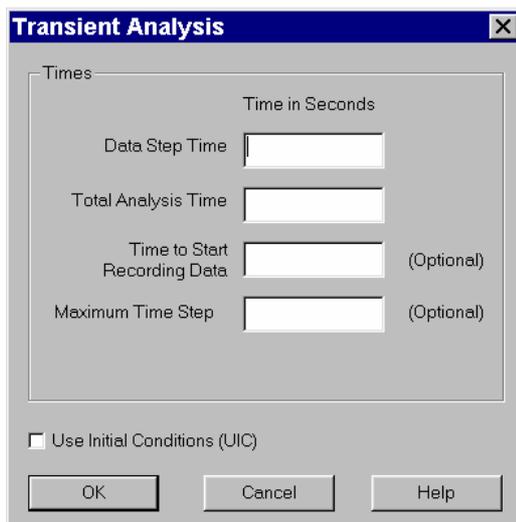


Bild 6: Auswahl Simulationsart

a) Berechnen:

- der Periodenzeit für die angegebene Frequenz aus der Aufgabenstellung
- der Simulations-Schritte (Data Step Time)
- der Gesamtzeit der Simulation (Total Analysis Time)

In die Felder der Box, Bild 7, können nur absolute Zahlen mit den Kürzeln für Zehnerpotenzen eingegeben werden.



Data Step Time:

$$10^3 \text{ Schritte pro Periode der Eingangsfrequenz} = T/10^3$$

Total Analysis Time:

$$5 \text{ Perioden der Eingangsfrequenz} = 5 * T$$

Time to Start Recording Datei:

Hier kann eine von der Simulationszeit $t_{\text{Start}}=0$ abweichender späterer Beginn der Ausgabe der Ergebnisse erfolgen.

Maximum Time Step:

Diese Zeit ist gleichzusetzen mit Data Step Time d.h. 10^3 Schritte pro Periode

Bild 7: Bestimmen der Simulations-Zeiten

Dieses Fenster mit OK schließen und den Button Simulation Options anklicken.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Simulation mit IsSpice:

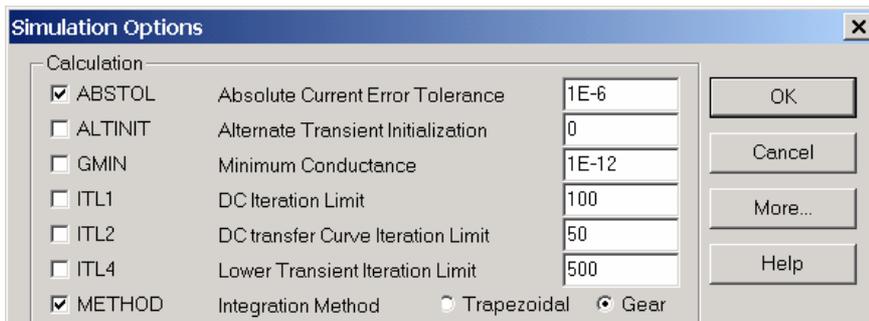
HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

b) Simulation Options

ACHTUNG!

Für die Simulation der Gleichrichterschaltungen ist hier „ABSTOL“ zu aktivieren und der Wert von 1E-10 auf 1E-6 zu reduzieren, ohne diese Änderung lässt sich die Simulation nicht durchführen! Weiter empfiehlt es sich, das Kästchen „METHOD“ und „Gear“ zu aktivieren.



Dieses Fenster mit OK schließen und das Fenster Simulation Setup mit Done verlassen.

Als aktuelles Fenster ist nun wieder SpiceNet aktiv.

Bild 8: Simulations Optionen

Die eingegebenen Setup Variablen sind nun zu speichern!
Bitte den Speicherbutton im SpiceNet-Fenster anklicken.

c) Simulation starten:

Vor jeder Simulation ist darauf zu achten, dass der aktuelle Schaltungsstand incl. Simulations-Setup gespeichert wurde. Änderungen in der Schaltung und der Variablen werden erst durch **SPEICHERN** überschrieben!

Im PD-Menü **Actions** ist die Simulation der Schaltung mit **Simulate** zu starten, oder mit dem Button **Sprinter**:

Es öffnet sich das Fenster IsSpice4 und die Simulation wird durchgeführt. Die Meldung **Analysis Complete** muss unbedingt abgewartet werden!!

Dann die „After Simulation“ Box nach eigenem Wunsch einstellen und schließen.
Die Box „Simulation Control“ darf nicht beendet werden, da die Simulation dann neu gestartet werden muss! Weiter im Kapitel 4.

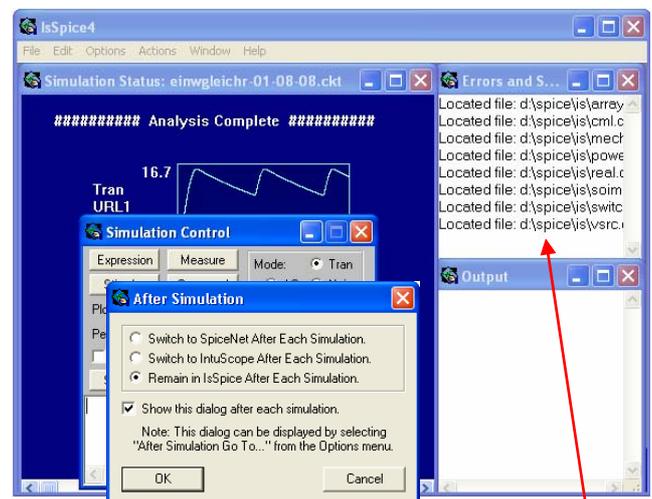


Bild 9: Übersicht der Simulationsergebnisse

Sind bei der Simulation **Fehler** aufgetreten, so werden diese im „IsSpice“ Fenster angezeigt (s.o.).

Hinweis:

Wird der Schriftzug „Analysis Complete“ durch das Fenster „Simulations Control“ verdeckt, so positioniert man das Fenster „Simulations Control“ mit der Mouse ein wenig nach unten.

Diese Einstellung kann im IsSpice4-Fenster unter **Option/Save Preferences** gespeichert werden.

Mit dem IsSpice4-Fenster erhält man einen ersten Überblick der Simulationsergebnisse für die angelegten Messpunkte in der Schaltung. Mit einem Doppelclick auf die Graphen, lassen sich diese mit dem Button „Auto“ in der Scaling-Box optimal skalieren.

Über File/Print kann diese Übersicht mit den Graphen ausgedruckt werden.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Darstellung der Simulationsergebnisse in SCOPE

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

4. Darstellung der Simulationsergebnisse in SCOPE

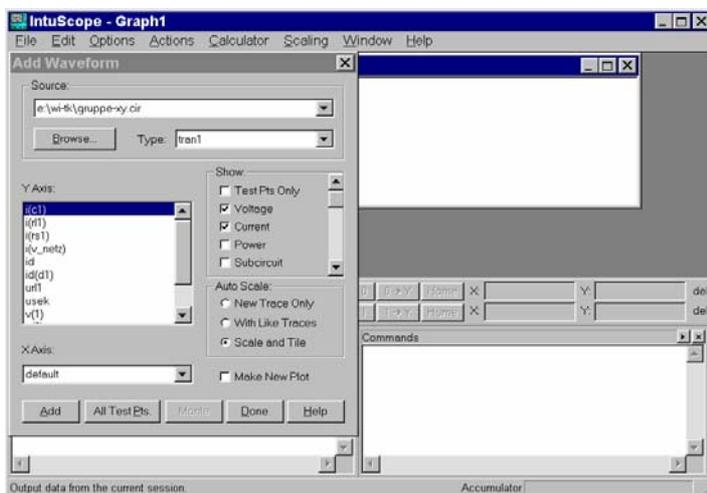
Im Fenster **IsSice4** das PD-Menü **Actions** und dann **Scope** anklicken.

Es wird nun das Fenster **IntuScope – Graph1** geöffnet, siehe Bild 10.

Im Fenster **Add Waveform** unter **Y-Axis** folgende Graphen auswählen und jeweils mit **Add** ins **Scope-Fenster** übertragen:

- U_{sek}
- U_{RL1}
- und $ID(D1)$

mit **Done** das Fenster schließen.



Es öffnet sich das **Scope-Fenster** „Add Waveform“, in dem alle simulierten Graphen der Schaltung im Fenster „Y-Axis“ zur Auswahl angeboten werden.

Wurden Graphen ausgewählt und das Fenster „Add Waveform“ geschlossen, können weitere Graphen jederzeit über das PD-Menü **Window** im Fenster **IntuScope** und dort **Add Waveform** in das **Scope-Fenster** einblendet werden.

Bild 10: Auswahl der Graphen

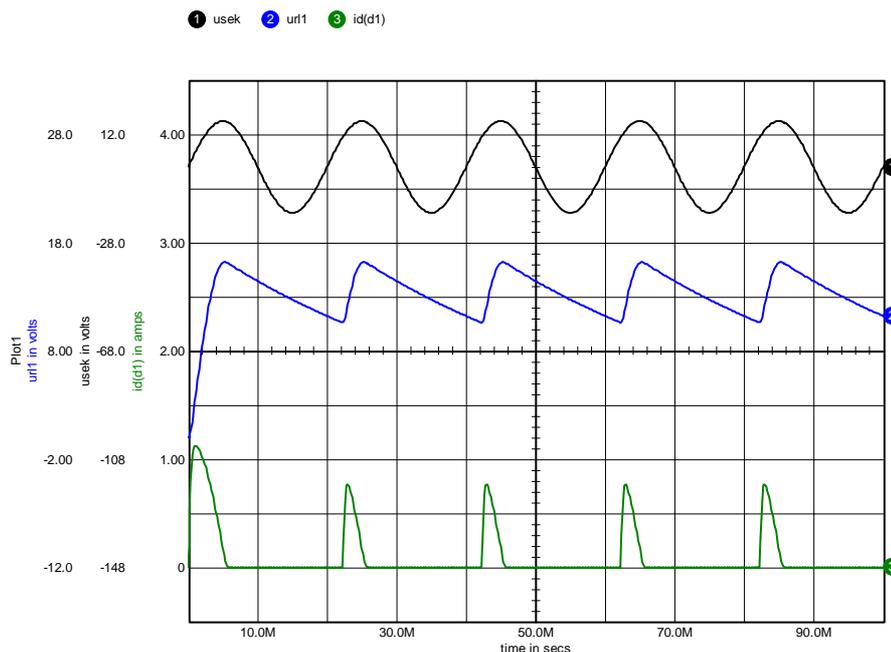


Abb. 2:

In **IntuScope** dargestellte Graphen der simulierten Einweg-Gleichrichter-Schaltung mit Glättung.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Alter, Variation eines Bauteilwertes

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

a) Graphen selektieren:

Durch selektieren eines Graphen (anklicken der farblich markierten Graphen-Ziffer 1,2 oder 3, oben links) können dann den jeweiligen Graphen, Beschriftungs-Label zugeordnet werden:

b) Messwerte ermitteln:

Messwerte werden durch Setzen von Labeln in das Fenster mit den Graphen ermittelt.

Bevor die Label gesetzt werden, muss der Cursor „0“ und „1“ auf der X-Achse so positioniert werden, dass ein gewünschter Ausschnitt z.B. im mittleren Bereich zur Messung bestimmt wird.

Siehe Beispiel Bild 11: Hier z.B. Cur. 0: X=40 msec und Cur. 1: X=90 msec eintragen.

Oder den Cursor mit der Mouse in die gewünschte Position ziehen.

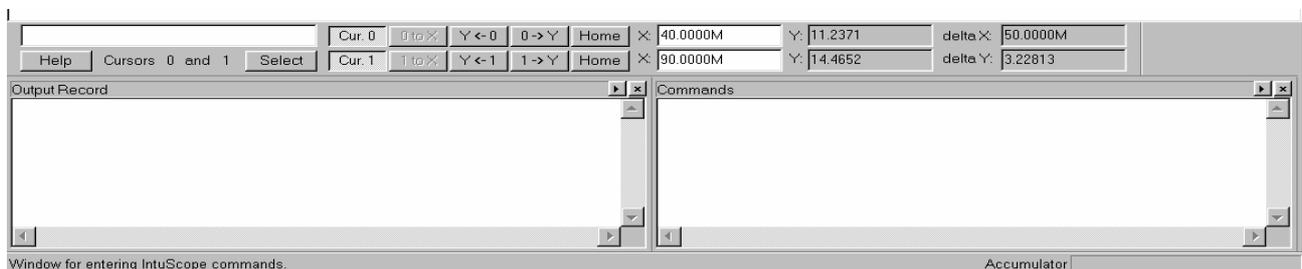


Bild 11: Einstellung der Cursor 0 und 1

Im PD-Menü Calculator sind unter Labels, oder rechte Mouse-Taste, die gewünschten Label anzuklicken.

Erklärung:

RMS = root mean square - ist der Effektivwert = quadratischer Mittelwert

Average = ist der arithmetrische Mittelwert

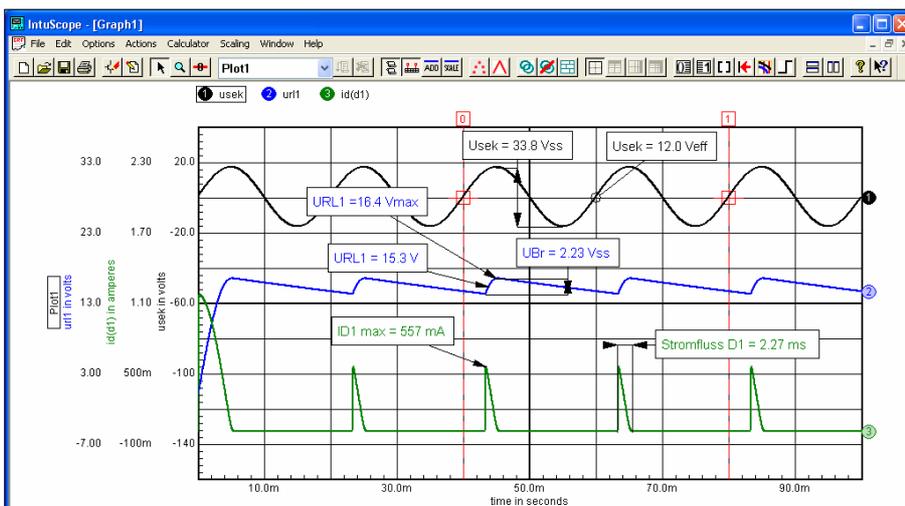


Bild 12: Ausschnitt aus IntuScope mit eingeblendeten Labeln

Hier sind die Cursors „0“ auf 40ms und „1“ auf 80ms gesetzt

Die Label lassen sich mit der Mouse positionieren. Mit einem Doppelklick auf den Label ist dieser nach eigenen Wünschen in dem sich öffnenden Editor zu gestalten.

Die Graphen sind hier jeder für sich skaliert und positioniert.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Alter, Variation eines Bauteilwertes

HP: www.g-frerichs.de

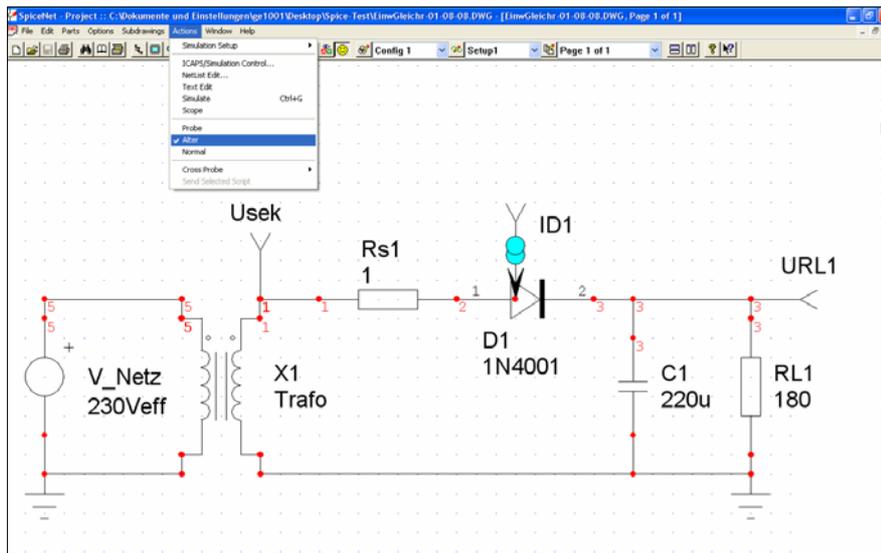
© Dipl.-Ing. G. Frerichs

5. Alter, Variation eines Bauteilwertes

Soll ein Bauteilwert variiert werden, um die Auswirkung auf die Gesamtschaltung zu untersuchen, so kann dies mit der Alter-Funktion durchgeführt werden.

Achtung! Diese Funktion kann nur genutzt werden, wenn die zu untersuchenden Schaltung mindestens einmal simuliert wurde und das Tool „IsSpice“ noch geöffnet ist.

Im „SpiceNet“ Fenster wird die Alter-Funktion wie folgt aktiviert, siehe Bild 13.



Nach dem Anklicken des „Alter“ Menüs wird der Cursor als Lupe dargestellt. Mit dieser Lupe wird z.B. C1 angeklickt.

Damit öffnet sich eine Eingabebox Bild 14.

Die Alterbox dient zum Einstellen der Simulationswerte für die Variation des Kondensators C1.

Bild 13: SpiceNet-Fenster mit PD-Menü zur Alter Aktivierung

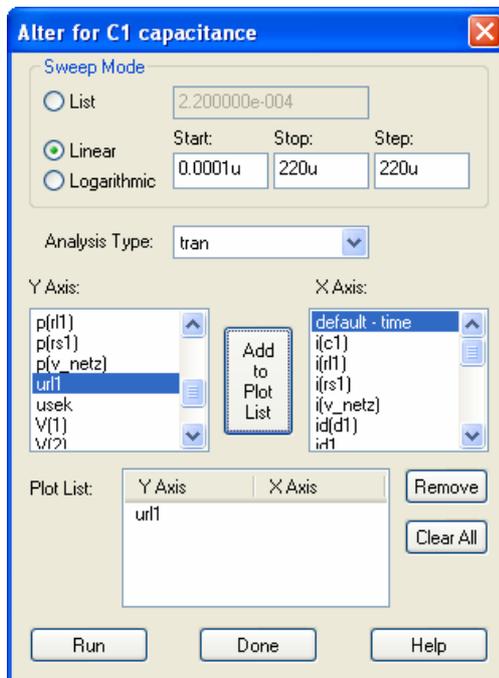


Bild 14: Alterbox für C1

Zunächst wird als Sweep Mode **Linear** ausgewählt.

Für den Kondensator wird nun der Startwert, der Endwert (Stop) und der Schrittwert (Step) der Variation eingegeben.

Als Anfangswert ist hier ein sehr kleiner Kapazitätswert eingetragen, da eine „0“ vom Programm nicht akzeptiert wird. Endwert und Schrittwert bestimmen die Anzahl der Graphen für die Simulation. Die hier eingetragenen Werte führen zu zwei Graphen. Der 1. Graph zeigt das Verhalten der Schaltung quasi ohne „C1“, da der Wert sehr klein ist.

Der 2. Graph zeigt das Verhalten der Schaltung bei dem Sollwert des Kondensators C1.

Dann ist die Analyse-Art auszuwählen, hier **tran**.

Für die **y-Achse** muss nun der Messpunkt ausgewählt werden, für den die Darstellung im Scope gewünscht wird. Hier **URL1**. Mit dem Schalter „Add to Plot List“ ist der Messpunkt in die Plotliste zu übertragen.

Für die **x-Achse** kann der voreingestellte Wert übernommen werden, d.h. es muss nichts angeklickt werden.

Mit dem Button **Run** wird nun die Simulation gestartet!

Gleichzeitig wird das IntuScope geöffnet, da dort die Graphen dargestellt werden.

Das Scope muss geöffnet bleiben, da sonst eine Fehlermeldung nach dem „Run-Befehl“ auf das fehlende Scope hinweist, siehe Bild 16. Das Scope kann jederzeit aus dem SpiceNet PD-Menü gestartet werden, siehe Bild 15:

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Alter, Variation eines Bauteilwertes

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

SpiceNet-Fenster

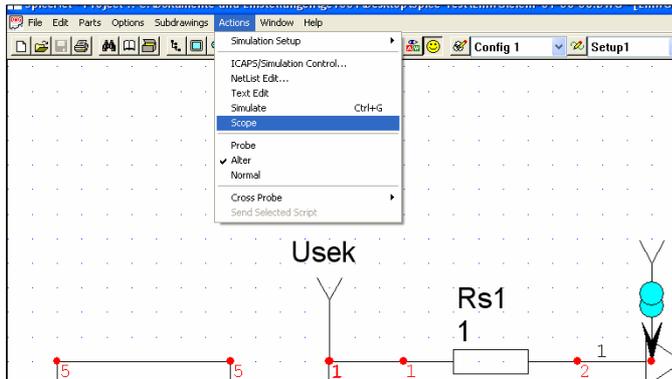


Bild 16: Fehlermeldung für fehlendes Scope

Bild 15: Startmöglichkeit für das IntuScop

Das IntuScope wird nun durch anklicken aktiviert.

Das Ausmessen der Graphen kann jetzt gemäß der Beschreibung in Kap. 4, ab Punkt a) erfolgen. Sollen zusätzlich weitere Graphen eingeblendet werden, so ist das möglich - siehe Bild 10.

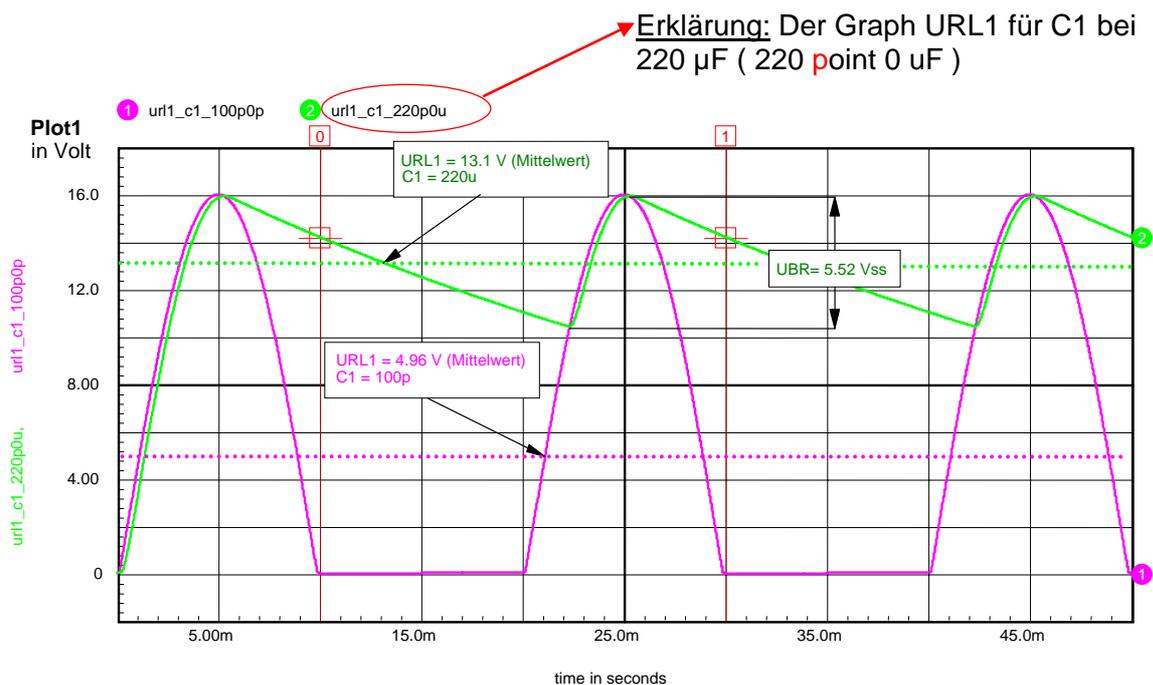


Abb. 3: Darstellung der Graphen in Word; aus IntuScope über Clipboard importiert und grafisch in Word ergänzt.

Hinweis: Die aus IntuScope importierte Grafik markieren und den Textfluss auf z.B. Rechteck schalten. Dann lässt sich über die rechte Mouse -Taste, Gruppierung, Gruppierung aufheben, die Grafik in eine Wordgrafik umwandeln. Das hat den Vorteil, dass nach dem Ergänzen der Grafik durch z.B. Pegellinien eine neue Gruppierung erfolgen kann.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Ausgabe der Graphen, Dokumentation

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

6. Ausgabe der Graphen, Dokumentation

a) Ausgabe durch ein anderes Programm:

Über das PD-Menü File kann ein Druck gestartet werden oder über die „Copy to Clipboard“ Funktion eine weitere Bearbeitung der Datei z.B. in MS Word.

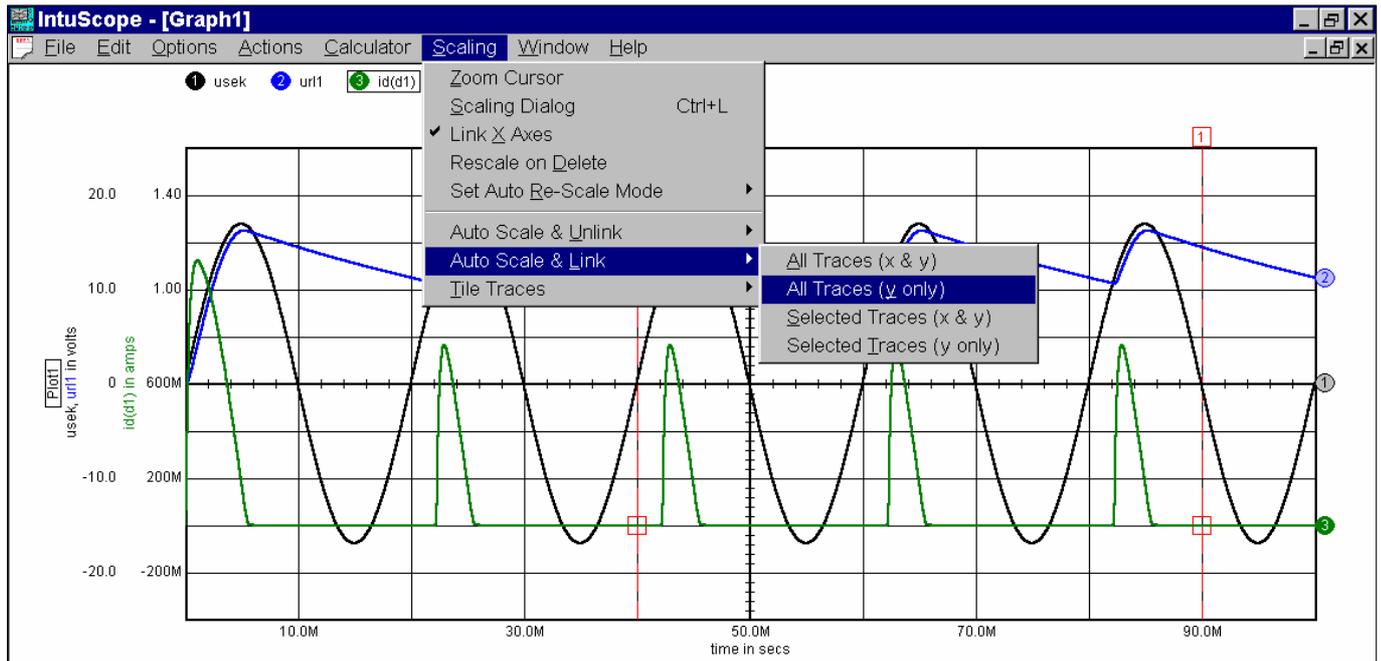


Bild 17: Bearbeitung der Graphendarstellung

Da bei der Einzeldarstellung der Graphen, z.B. der Zusammenhang zwischen den Spannungsgraphen bezogen auf die Spannungs-Nullachse nicht so recht erkannt werden kann, ist es wie dargestellt möglich, die Spannungen auf eine Nullachse, die in der Bildmitte liegt, einzustellen. Der Diodenstrom kann mit dem Spannungsmaßstab nicht dargestellt werden, da die Darstellung des Stromgraphen im Verhältnis zu den Spannungsgraphen zu klein würde.

b) Dokumentation im SpiceNet:

In SpiceNet lassen sich mit der CrossProbe (SpiceNet, rechter Bildrand 5ter Button von oben) die jeweiligen Graphen auch in den Schaltplan einblenden. Die „CrossProbe“ muss vorher auf die gewünschte Darstellung umgeschaltet werden: In SpiceNet das PD-Menü Actions öffnen und dort unter CrossProbe die gewünschte Darstellung wählen. Für die Abb. 4 wurde „Tran“ gewählt.

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Ausgabe der Graphen, Dokumentation

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

Achtung!

Ab Demoversion 1.17 und Vollversion 8.1.10, muss zum Einblenden der Graphen in SpiceNet zusätzlich die Shifttaste gedrückt werden. Ohne Shifttaste, werden die mit der CrossProbe angewählten Graphen direkt in das IntuScope geladen.

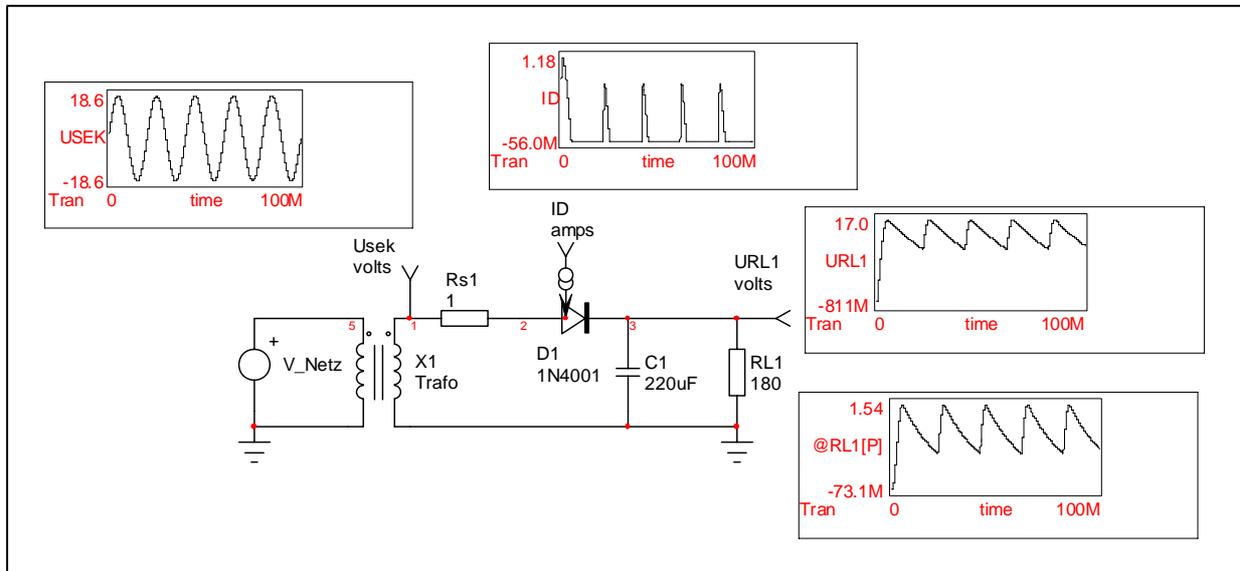


Abb. 4: Darstellung der Graphen in SpiceNet

Über das PD-Menü File kann ein Druck gestartet werden oder über die „Copy to Clipboard“ Funktion unter Einbeziehung der Darstellung der Cursors mit einem Häkchen „Include Cursors“ eine weitere Bearbeitung der Datei z.B. in MS Word erfolgen.

Hinweis: Die importierte Grafik markieren und den Textfluss auf z.B. Rechteck schalten. Dann lässt sich über die rechte Mouse -Taste, Gruppierung, Gruppierung aufheben, die Grafik in eine Wordgrafik umwandeln. Das hat den Vorteil, dass nach dem Ergänzen der Grafik durch z.B. Textboxen, oder farbliche Akzente, eine neue Gruppierung erfolgen kann.

7. Anhang, Aufgabenstellung

Elektronik-Praktikum

Simulation von Gleichrichterschaltungen mit SPICE

1.0 Aufgabe:

Mit dem Simulationsprogramm **ICAP/4** für Windows von der Firma "intusoft" sind

- a) eine Einweg-Gleichrichterschaltung mit Glättung und mit/ohne Lastwiderstand

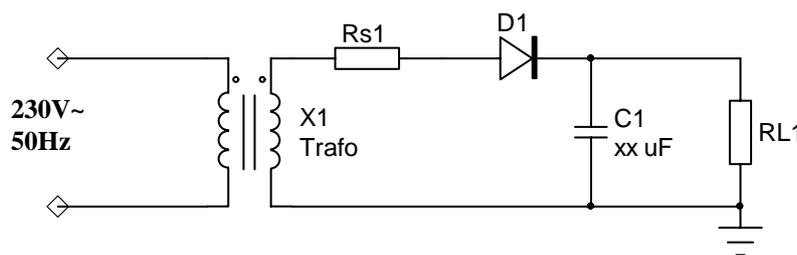


Abb. 01: Einweg-Gleichrichter

- b) eine Zweiweg-Gleichrichterschalt. (Brückenschaltung) mit Glättung u. mit/ohne Lastwiderstand

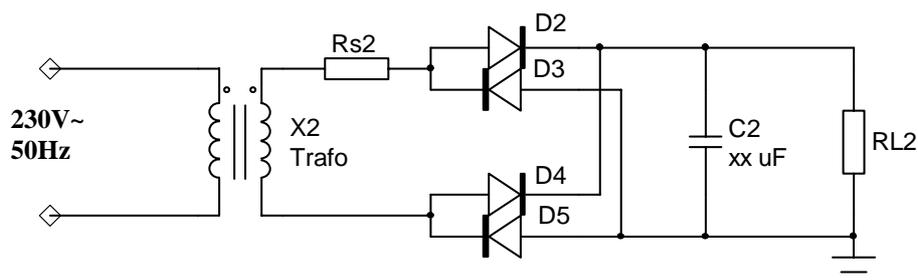


Abb.02: Zweiweg-Gleichrichter

im eingeschwungenen Betriebszustand zu untersuchen und die Ergebnisse zu dokumentieren.

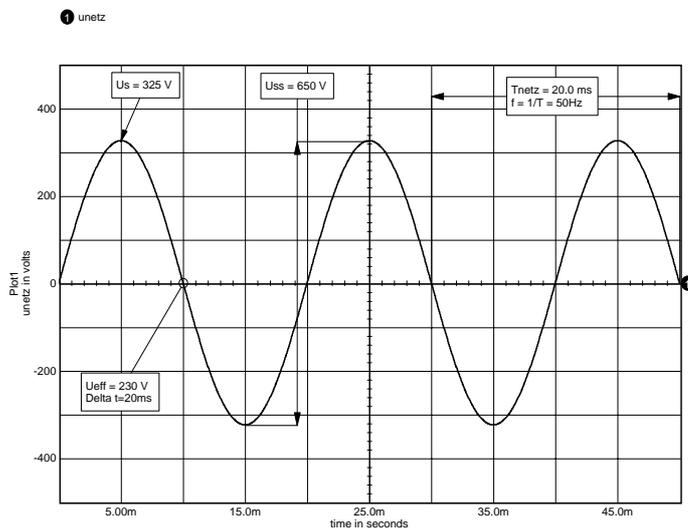
2.0 Grundlagen:

Für die Versorgung von elektronischen Schaltungen mit elektrischer Energie aus dem Hausversorgungsnetz 230V/50Hz ist es notwendig, eine galvanische Potenzialtrennung zwischen dem Hausversorgungsnetz und der elektronischen Schaltung zu schaffen und eine Umformung von Wechselstrom-/spannung in Gleichstrom-/spannung vorzunehmen.

Elektronische Baugruppen können nicht mit Wechselstrom-/spannung betrieben werden.

Fortsetzung

Die galvanische Trennung der Spannungspotentiale wird erreicht durch die Verwendung eines Netztransformators, der durch getrennte Primär- und Sekundärwicklungen die Stromkreise voneinander trennt und außerdem die Anpassung der benötigten Spannungshöhe ermöglicht. An die Sekundärwicklung des Trafos wird die Gleichrichterschaltung angeschlossen. Ein Gleichrichter erzeugt aus einer Wechselspannung eine Gleichspannung mit einer überlagerten Wechselspannung (Brummspannung oder Restwelligkeit). Diese Restwelligkeit ist eine Störung, die möglichst auf Null zu reduzieren ist, da sie bei Betrieb von elektronischen Schaltungen zu Fehlern führen kann. Die Verwendung von Einweg- oder Zweiweg-Gleichrichterschaltungen hängt von vielen gerätespezifischen Faktoren ab. Ein wichtiger Aspekt ist auch der Wirkungsgrad der zu übertragenden Energie vom Netz zur elektronischen Schaltung.



Allgemein gilt:

Wechselspannungsangabe in U_{eff} mit dazu gehöriger Frequenz f

Für sinusförmige Spannungen besteht folgender Zusammenhang:

$$U_{eff} = \frac{U_{SS}}{2} * \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{oder} \quad \frac{U_S}{\sqrt{2}}$$

Transformator Übertragungsfaktor:

$$\ddot{u} = \frac{U_{sek}}{U_{prim}} = \frac{\text{Ausgangsspannung}}{\text{Eingangsspg(Netz)}}$$

Abb. 03: Spannungs-/Zeitdiagramm der Netzspannung 230V/50Hz

3.0 Versuchsdurchführung (Simulation)

3.1 Für eine Einweggleichrichterschaltung ist die Schaltung gem. Abb. 01 im "SpiceNet" Fenster zu erstellen und für folgende Parameter die Schaltung zu simulieren: $R_{S1} = 1\Omega$, $D_1 = 1N4001$

- Prim/Netzspg: $U_{eff} = 230V/50Hz$, Sekundärspg: $U_{eff} = 12V$, $C_1 = 220\mu F$, $R_{L1} = 560\Omega$
- Spannungen und Bauteile wie a) jedoch **ohne** C_1 .
- Spannungen und Bauteile wie a) jedoch **ohne** R_{L1} .

Die Netzspannung ist durch eine Spannungsquelle (VoltageSource) zu realisieren.

Für die Schaltungen a), b) und c) sind zu bestimmen:

-Für D_1 die maximale Sperrspg. ohne C: $U_{DRmax} = \sqrt{2}U_{sek}$, und mit C: $U_{DRmax} = 2 \sqrt{2}U_{sek}$

-Der Gleichrichtwert (arithm. Mittelwert) der Spg. $U_{RL1} = \frac{\sqrt{2}}{\pi}U_{sek}$ ($U_D \ll U_{sek}$) ohne Kondensator

-Der Gleichrichtwert (arithm. Mittelwert) der Spg. U_{RL1} mit Kondensator $U_{RL1} \sim 1,2 U_{sek}$ ($U_D \ll U_{sek}$)

-Die Leistung an R_{L1} : $P = \frac{U_{RL1}^2}{R_{L1}}$

Fortsetzung

Einführung in die Bedienung des Simulationsprogramm ICAP/4 für Windows

Am Beispiel der Simulation einer Einweg- und
Zweiweggleichrichterschaltung

Anhang, Aufgabenstellung

HP: www.g-frerichs.de

© Dipl.-Ing. G. Frerichs

3.2 Für eine **Zweiweggleichrichterschaltung** ist die Schaltung gem. Abb. 02 im "SpiceNet" Fenster

zu erstellen und für folgende Parameter die Schaltung zu simulieren: $R_{S2} = 1\Omega$, $D_x = 1N4001$

- Prim/Netzspg: $U_{\text{eff}} = 230\text{V}/50\text{Hz}$, Sekundärspg: $U_{\text{eff}} = 12\text{V}$, $C_2 = 220\mu\text{F}$, $R_{L2} = 560\Omega$
- Spannungen und Bauteile wie a) jedoch **ohne** C_2 .
- Spannungen und Bauteile wie a) jedoch **ohne** R_{L2} .

Die Netzspannung ist durch eine Spannungsquelle (VoltageSource) zu realisieren.

Für die Schaltungen a), b) und c) sind zu bestimmen:

- Die maximale Sperrspannung $U_{\text{DRmax}} = \frac{U_{\text{sek}}}{2} * \sqrt{2}$ der Dioden D_2 bis 5
- Der Gleichrichtwert (arithm. Mittelwert) der Spg. $U_{\text{RL2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} * U_{\text{sek}}$ ($U_D \ll U_{\text{sek}}$) ohne Kondensator
- Der Gleichrichtwert (arithm. Mittelwert) der Spg. U_{RL2} mit Kondensator $U_{\text{RL2}} \sim 1,2 U_{\text{sek}}$ ($U_D \ll U_{\text{sek}}$)
- Die Leistung an R_{L2} : $P = \frac{U_{\text{RL2}}^2}{R_{L2}}$
- Die Frequenz der Spannung U_{RL2}

3.3 Für alle **Versuchsvarianten** 3.1 a) bis c) und 3.2 a) bis c) sind folgende Messpunkte zu setzen:

- U_{sek} Spannung am Ausgang des Transformators (für Einweg-Schaltung)
- U_{sek} differentiale Spannungsmessung am Ausgang des Trafos (für Zweiweg-Schaltung)
- U_{RL} Spannung am Lastwiderstand
- I_{D1} Diodenstrom in D_1 (für Einweg-Schaltung)
- I_{D2} und - I_{D4} Diodenstrom in $D_2 + D_4$ (für Zweiweg-Schaltung)

Die Höhe der Brummspannung ist für jede Versuchsvariante zu bestimmen, in eine Tabelle einzutragen und in % von dem arithm. Mittelwert der Spannung U_{RL} bzw. $U_{C1/2}$ anzugeben.

Die Brummspannung errechnet sich wie folgt:

$$\text{Einweggleichrichter: } U_{\text{BRSS}} \approx \frac{0,8U_{\text{sek}}}{fR_{L1}C_1} \quad \text{Zweiweggleichrichter: } U_{\text{BRSS}} \approx \frac{0,4U_{\text{sek}}}{fR_{L2}C_2}$$

Überprüfen Sie, ob die errechneten Werte mit der Simulation übereinstimmen!

Der Widerstand R_S ist für alle Versuchsvarianten: $R_{S1/2} = 1\Omega$.

Der Widerstand R_S ist als Ersatz für den Spulenwiderstand des Trafos eingefügt.

R_S kann auch als Shunt zum Messen des Sekundär-Stromes verwendet werden.

Als Netz 230V/50Hz ist eine Sinus-Spannungsquelle mit entsprechenden Parametern an die Primärseite des Trafos anzuschließen.

3.4 Für die Punkte 3.1 b) und 3.2 b) sind die jeweiligen Ergebnisse zu erläutern und bei Abweichungen voneinander, zu erklären.