

## Vorlesung 1: 25.09.2023

### Einführung

#### Definition Lernziele

- Erkennen der Möglichkeiten und Grenzen der Schaltungssimulation
- Vorbereitung der Schaltungen für die Simulation
- Parametrierung von Modellen der unterschiedlichsten Schaltungselemente; Kontrolle ihrer Funktion durch Testsimulationen
- Entwicklung von Simulationsprogrammen für allgemeine elektrische Netzwerke, analoge, kleine digitale und industrieelektronische Schaltungen; Überprüfung der Simulationsergebnisse auf ihre Plausibilität.

#### Lehrinhalt

- Einstieg in die PSpice-Simulation mit **ORCAD** (Release 16.x oder höher)
- Bauelementebeschreibung vom Widerstand über Halbleiter, Quellen bis zu beliebig komplexen Bauteilen, z.B. Operationsverstärker
- Beschreibung der Programmsyntax
- Entwicklung von Testprogrammen zur Kontrolle des Bauteilverhaltens
- Darstellung der Simulationsergebnisse und deren Übernahme in die Textverarbeitung
- Simulation von Gleichstrom- und Wechselstromnetzen, auch in komplexer Beschreibung und in Frequenzabhängigkeit einschl. Ortskurven und Fouriertransformation
- Simulation einfacher industrieelektronischer Schaltungen
- Darstellung von fehlerhaften Simulationen

#### Prüfungsanforderungen nach Tiefe und Breite

Kenntnisse über die Simulation elektrischer Netzwerke und elektronischer Schaltungen mit PSpice. Handhabung des Simulationsprogramms, Beschreibung der Bauelemente und Parameter, Darstellung und Weiterverarbeitung von Simulationsergebnissen der Gleichstrom-, Wechselstrom-, Einschwing- und Fourieranalyse mit Plausibilitätskontrollen und Fehlererkennung.

#### Arbeiten mit PSpice im Netz der FH-WOE

- wie starte ich das Programm (Einloggen, Programm aufrufen, Beispiele kopieren)
- (Kontrolle der korrekten Version...siehe ZENWorks...Version 21 oder größer)
- wo finde ich die Beispiele nach dem Kopiervorgang → ( Laufwerk Z:\PSpice-Demos )
- Editor (Struktur eines Programmlistings am Beispiel des ersten Beispiels (Demo1))
- Demo1... Beschreibung ... Bauteile platzieren
- Demo2 ... incl. Nyquist
- Demo4 ... Rush-effekt ( Darstellung mit verschiedenen Einschaltwinkeln → Spannungsquelle einmal mit phase=0 sonst phase=90°)
- Demo6... Beispiel funktioniert nicht, da noch auf die fehlende Library (... Warnecke) verwiesen wird... Lösung: Library entfernen und das Beispiel funktioniert einwandfrei.

## Starten des Programmes:

Softwaremenue des Hochschulrechenzentrums

→ Standort-WHV

→ OrCAD Capture CIS Lite

Wenn noch nicht geschehen sind alle Beispiele aus dem LEK – Labor folgendermaßen auf das Homeverzeichnis des jeweiligen Benutzers zu kopieren (Achtung: Wenn dort nicht genügend Platz vorhanden ist wird der Vorgang natürlich nicht ordnungsgemäß beendet):

Softwaremenue des Hochschulrechenzentrums

→ Standort-WHV

→ PSpice Demos herunterladen

Die Daten befinden sich nach dem Kopiervorgang in ihrem Homeverzeichnis

(also unter : (Z:) Homeverzeichnis (Benutzername) ab dem Verzeichnis PSpice\_Demos )

➔ Jedes Beispiel hat extra ein eigenes Verzeichnis, damit Sie die Beispiele auch finden können

Wenn Probleme mit der Software bzw. mit überschriebenen Daten auftreten können diese durch rechtsklick auf das entsprechende Icon mit „überprüfen“ korrigiert werden.

Alle weiteren Unterlagen finden Sie unter:

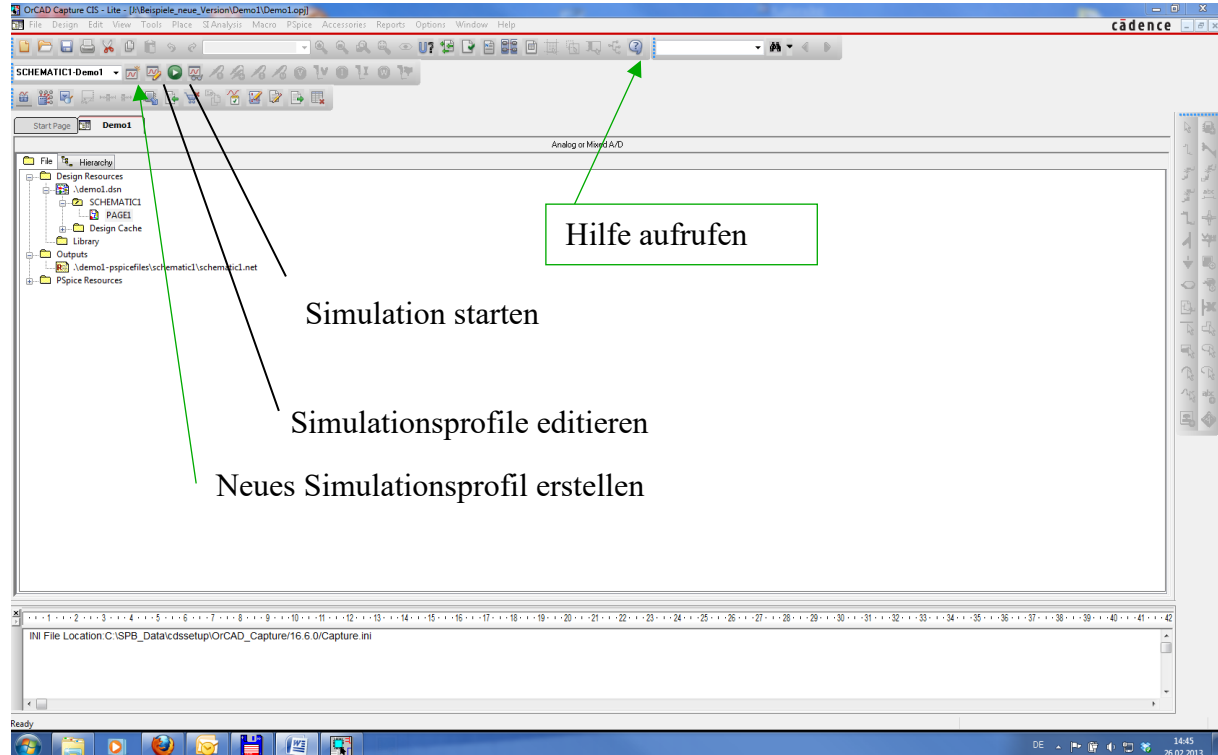
<https://www.jade-hs.de/unsere-hochschule/fachbereiche/ingenieurwissenschaften/team/wissenschaftliche-einrichtungen/mechatronik/elektronik/downloads-zu-den-vorlesungen/schuermann/>

### Öffnen einer ersten Simulation:

### In OrCad Capture (Session log )

File → Open → Projekt → (neues Verzeichnis anwählen und die erscheinende \*.OBJ – Datei auswählen  
(Doppelklick oder Öffnen nach dem Markieren )

Es erscheint eine Struktur...



Kurze Einführung in die Bedienung des Postprozessors „Probe“

Folgende Menüpunkte sind sichtbar

File	Edit	View	Simulation	Trace	Plot	Tools	Window		Help
------	------	------	------------	-------	------	-------	--------	--	------

**1) File**

- New (Neue Datei erstellen)
- Open (Vorhandene Datei öffnen)
- Append Waveform
- Close ... Simulation schließen
- Open Simulation ... gespeicherte Simulation öffnen
- Close Simulation ... Simulation schließen
- Save (Datei speichern )
- Save as (Datei unter neuem Namen speichern)
- Page Setup...Seiteneinstellungen (Größe...)
- Printer Setup ...Druckereinstellungen
- Print Preview (Druckervorschau)
- Print (Drucken)
- Log Commands (alle Kommandos mitschreiben)
- Recent Simulations ... letzte Simulationen
- Recent Files ... letzte Ergebnisse
- Exit (Beenden )

**2) Edit**

- Undo (Rückgängigmachen)
- Redo (Wiederherstellen)
- Cut (Ausschneiden)
- Copy (Kopieren)
- Paste (Einfügen)
- Delete (Löschen)
- Select all (alles Markieren bzw. Selektieren)
- Find (Suchen)
- Find next
- Replace (Ersetzen)
- Goto Line...
- Insert File
- Toggle Bookmark
- Next Bookmark
- Clear Bookmarks
- Modify Object

**3) Menüpunkt Trace**

- add Trace ... neue Signale zeigen
- delete all Traces ... alle Signale löschen
- undelete Traces ... Signale wieder herstellen
- FFT Fourier ... Darstellung der Zeitfunktion im Frequenzbereich ( FFT durchführen )
- Performance Analysis ... Performance-Analyse
- Cursor-Display ... Cursor einblenden
- Macros ... Makros
- Goal Functions ... Funktionsbaustein
- Eval Goal Functions

**4) Menüpunkt Plot**

- Axis settings ... Einstellung der Achsen
- Add Y-Achsis ... zusätzliche Y-Achse einblenden
- Delete Y – Achsis .. zusätzliche Y-Achse wieder löschen
- Add Plot to Window neues Simulationsfenster öffnen
- Delete Plot (aktives) Fenster löschen
- Unsynchronize X-Achsis X-Achsen der verschiedenen Plots sind einzeln einstellbar
- Digital Size Größe des Fensters für die digitalen Signale
- Label Grafiken beschriften und Messpunkte markieren...
- → Label → Text + Arrow zum Beschriften
- Plot→ Add Plot to Window ( Trace add... I(L1)
- Button FFT → Ergebnis der FFT darstellen

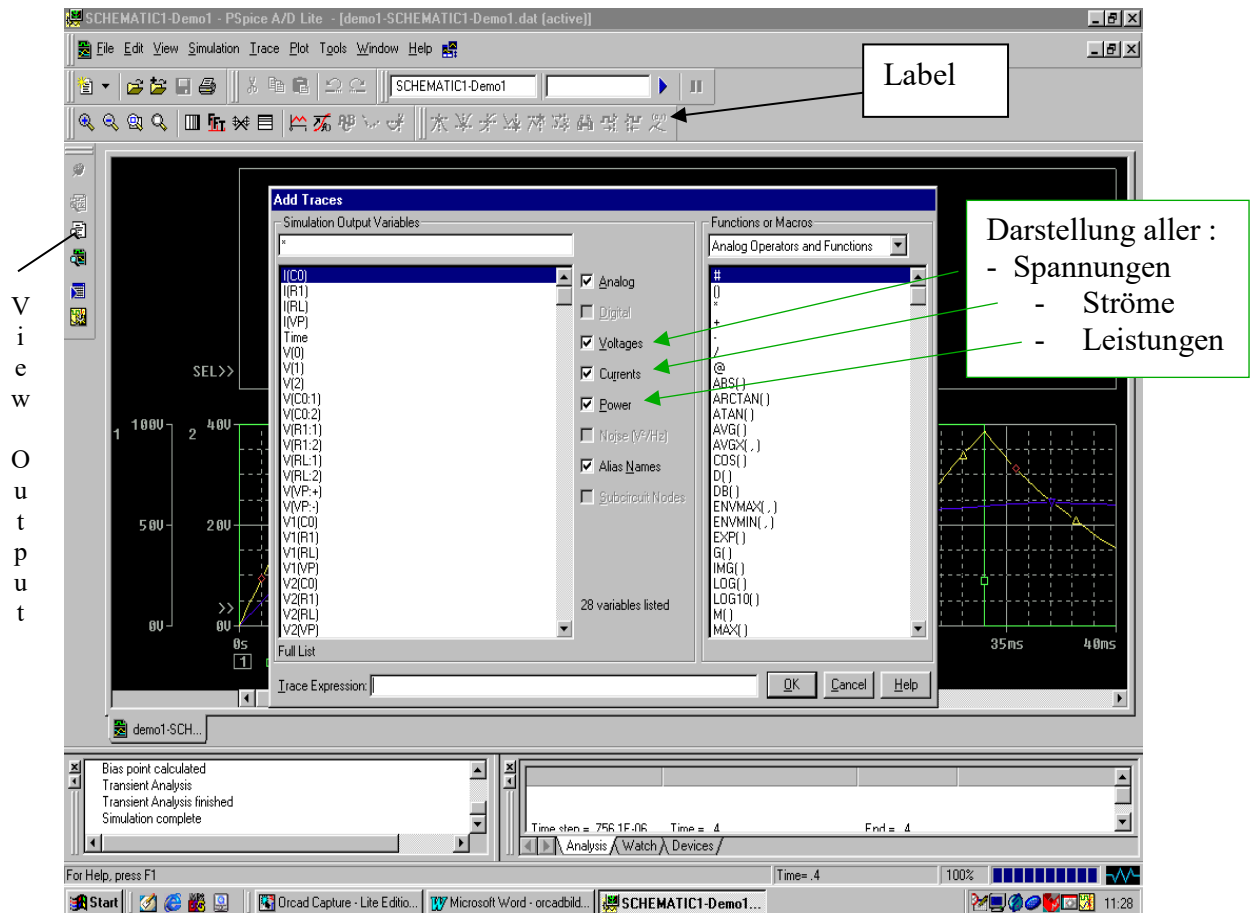
**5) Window**

- New Window ( neues Fenster )
- Close ( Fenster schließen )
- Close All ( alle Fenster schließen )
- Cascade Wenn mehrere Simulationsergebnisse geöffnet sind werden diese so dargestellt, das beide Ergebnisse halb überlagert sind
- Tile Horizontally Wenn mehrere Simulationsergebnisse geöffnet sind werden diese untereinander dargestellt
- Tile Vertically Wenn mehrere Simulationsergebnisse geöffnet sind werden diese nebeneinander dargestellt
- Tile
- Display Control ( Displayeinstellungen )
- **Copy to Clipboard Ergebnisse in die Zwischenablage**

Achtung: Probe – Fenster bleibt mit allen Einstellungen stehen!!

**Vorführung einiger Simulationen:**

Demo1	Transientenanalyse (Einschwinganalyse)
Demo2	AC-Analyse (Wechselstromanalyse)
Demo 3	DC-Analyse (Gleichstromanalyse)
Demo 4	Transientenanalyse (Simulation von realen Spulen)
Demo 6	gemischte Digital/Analoge Schaltung
Uebung1	Hystereseschleife eines magnetischen Werkstoffes



Achtung: Hier ist die alte Version abgebildet! Die neue Version unterscheidet sich aber lediglich durch etwas andere Symbole, die jedoch eindeutig zu erkennen sind.

### Start der Simulation :

→ Im Probe – Fenster 3.ter Button auf der linken Seite =View Simulation Output File  
Oder über View→Output File ( für die Ergebnisse durch Print )

Ein paar Tipps zur Einbindung der Library (wenn Sie das Programm auf einem eigenen PC installiert haben)!

Die Library's "Lek.lib + Lek.olb" in den Standard Ordner von Orcad's Library's hineinkopieren

Die Librarys befinden sich bei der neuen Version in dem Verzeichnis:

**C:\Programme(X86)\PSpice166Lite\tools\PSpice\Library**

Oder:

**C:\OrCAD\OrCAD\_16.6\_Lite\tools\PSpice\Library**

....oder dementsprechend wo das Programm installiert wurde).

**In diesem Verzeichnis befindet sich eine Datei mit dem Namen nomd.lib**

\* Sample standard device library

\*

\* Copyright Cadence Design Systems, Inc. 2000 All Rights Reserved.

\* This is a reduced version of PSpice A/D's standard parts libraries. Some

\* components from several types of component libraries have been included

\* here. You are welcome to make as many copies of it as you find convenient.

\*

\* \$Revision: 1.6 \$

\* \$Author: HIRASUNA \$

\* \$Date: 11 May 2000 09:36:36 \$

\*

\* -----

\*

\* The model library included with the production version of PSpice A/D

\* includes over 14,000 analog devices, and over 1,800 digital devices.

\*

\*

\* It takes time for PSpice to scan a library file. To speed this up, PSpice

\* creates an index file, called <filename>.IND. The index file is re-created

\* whenever PSpice senses that the library file has changed.

\*

.lib "breakout.lib" ; generic devices for schematic capture

\* "regular" device libraries

\*.lib "eval.lib" ; reduced version of PSpice A/D's standard  
; parts libraries. Some components from  
; each of several types of component  
; libraries have been included here.

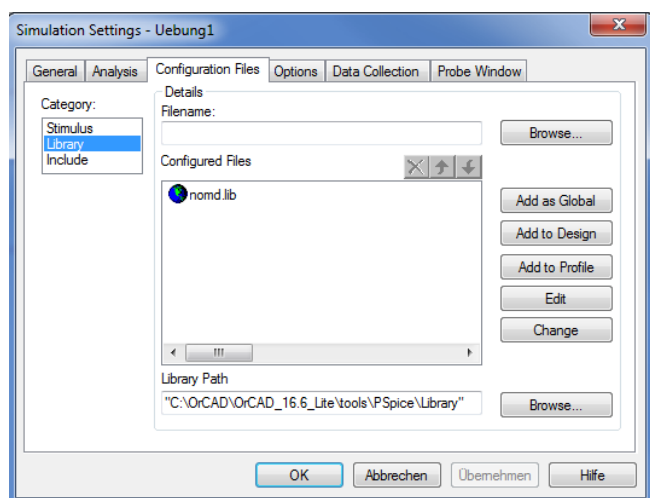
.lib "lek.lib" ; Laborversion diese Version ersetzt die oben angegebene Version

.lib "evalp.lib" ; sample version of PSpice parameterized  
; parts libraries.

.lib "templates.lib" ; dummy template library

.lib "evalAA.lib" ; Adv Analysis Parts.

\* end of library file



Diese Datei (nomd.lib) muss editiert werden (s.o.). Alternativ können hier auch andere libs eingebunden werden. Wichtig ist, dass Sie beim Einbinden den Button "Add as global"

drücken! Das heißt, dass die anderen Projekte (Simulationen) automatisch diese gleiche Library- Einstellung benutzen und Sie nicht alle "Settings" von Hand ändern müssen.

Installationshinweise ( für eine alte Version)

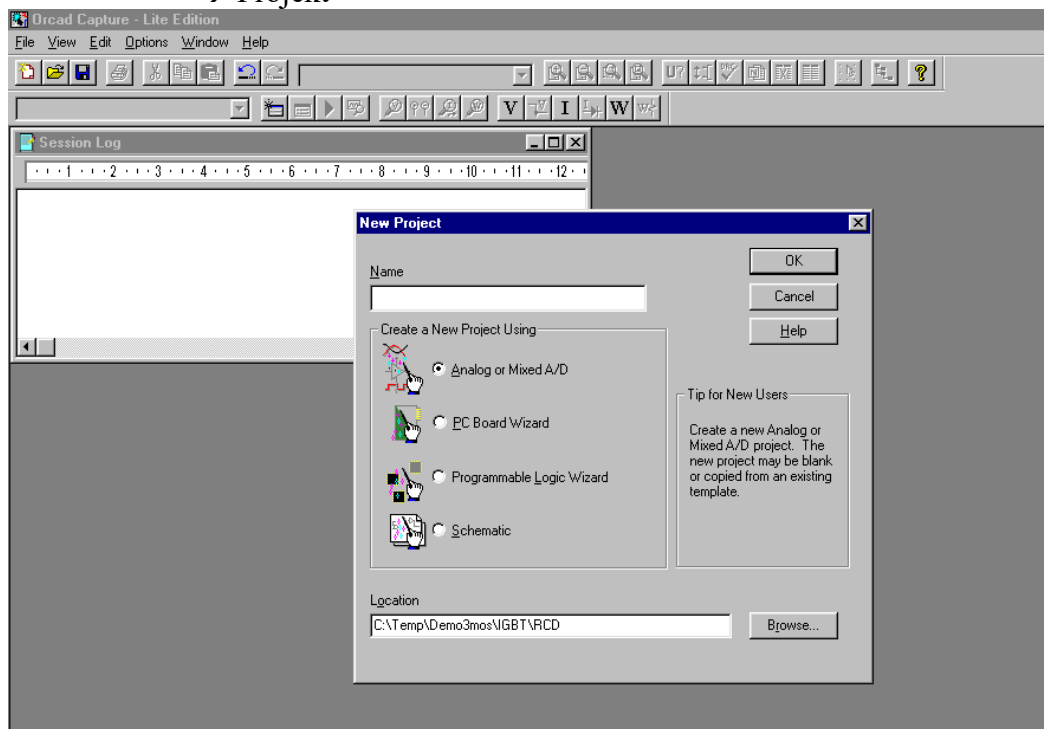
Laufwerk X:\Lehrende\Schuermann\PSpice

### Ein neues Projekt erzeugen

File

→ New

→ Projekt



**Hier ist es sehr wichtig**, als Einstellung „Analog or Mixed A/D“ auszuwählen, da die Grundeinstellung „Schematic“ nur die Zeichnung darstellt und danach keine Simulation möglich ist !

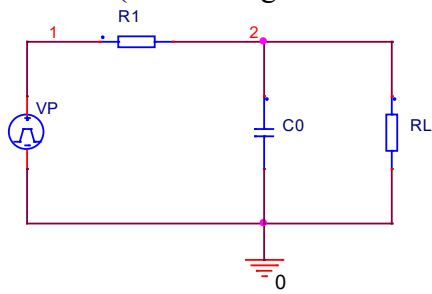


Einfache Modelle (nahezu Ideal) zur ersten Verwendung sehr häufig sinnvoll!!

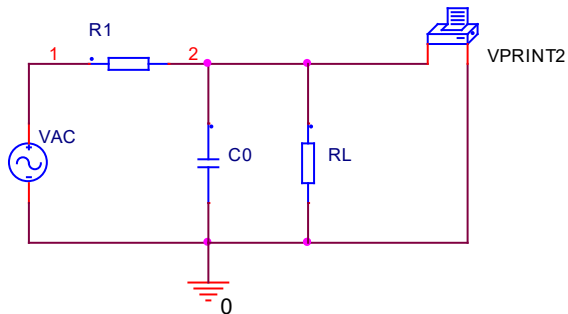
„breakout“ Bauteil	Bauteil	In dem Programm PSpice verwendete Buchstaben
BBREAK	GaAsFET	B
CBREAK	Kondensator	C
DBREAKx	Diode	D
JBREAKx*	JFET	J
KBREAK	gekoppelte Induktivitäten	K
LBREAK	Induktivität	L
MBREAKx*	MOSFET	M
QBREAKx*	bipolarer Transistor	Q
RBREAK	Widerstand	R
SBREAK	Spannungsgesteuerter Schalter	S
TBREAK	transmission line ( Übertragungsleitung )	T
WBREAK	stromgesteuerter Schalter	W
XFRM_NONLINEAR	Transformator	K and L
ZBREAKN	IGBT	Z

**PSPice Demonstrationen (Experimentalvorlesung)**

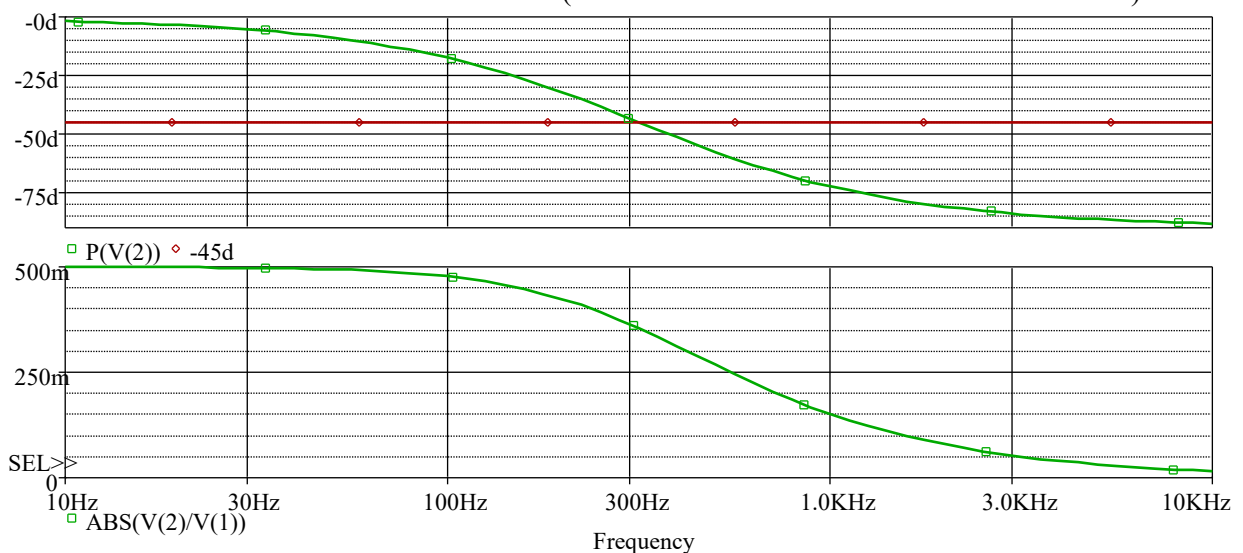
## 1) Demo 1 (Darstellung einer Transientenanalyse)



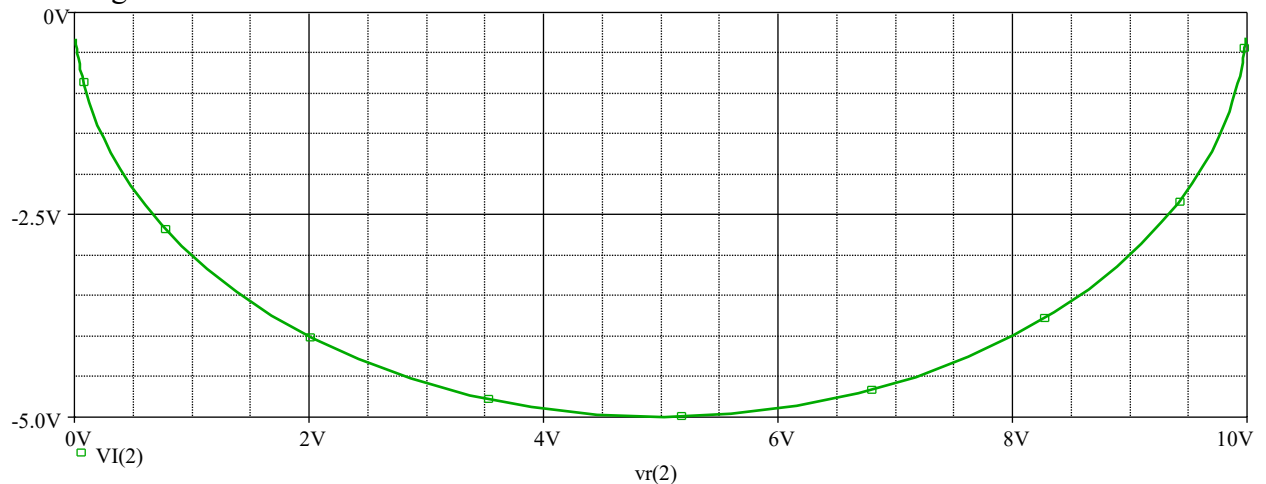
## 2) Demo2 (Darstellung einer Wechselstromanalyse)



( Der Drucker VPRINT ist als Bauteil zu suchen)



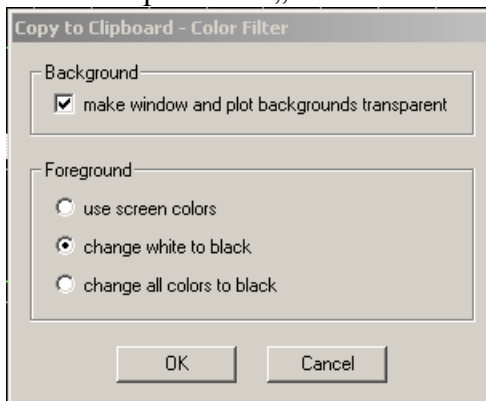
## Darstellung der Ortskurve



Bearbeitungsstichworte : Rechenpunkte, Mathematische Funktionen z.B. AVG,RMS...

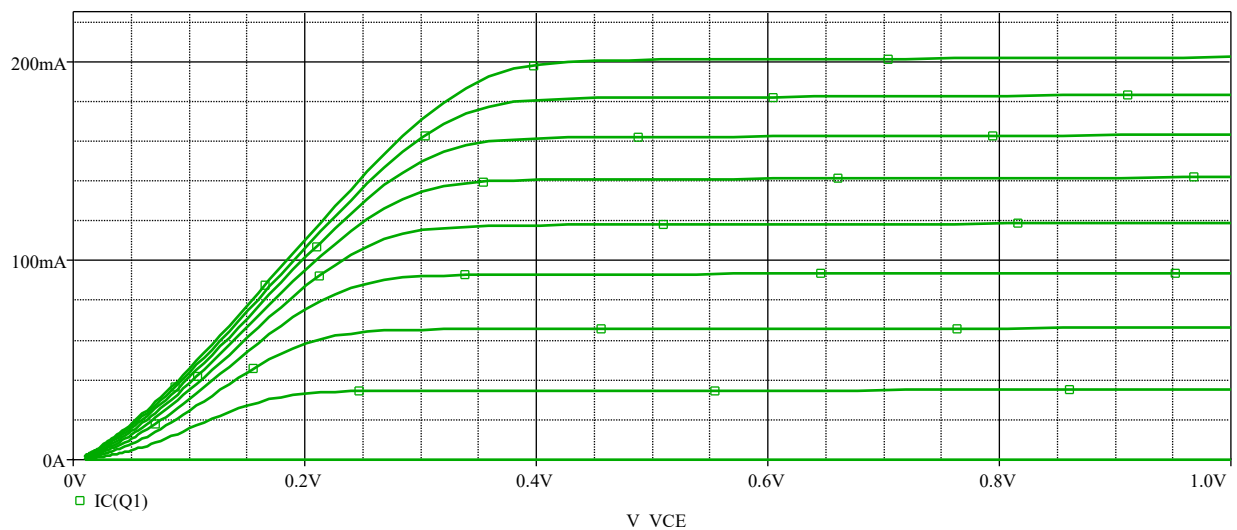
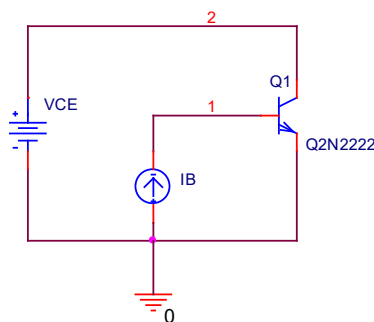
Einbinden eines Simulationsergebnisses in Word (oder andere Applikationen)

→ im Postprozessor „Probe“ den Menüpunkt „Window“ → „copy to Clipboard“ auswählen



Die Einstellungen sollten wie in dem nebenstehenden Bild dargestellt, mit OK bestätigt werden. Das Ergebnis kann dann in die geforderte Applikation eingefügt werden, da es sich nun in der Zwischenablage befindet....

### Ausgangskennlinienfeld eines bipolaren Transistors ( DEMO3 )



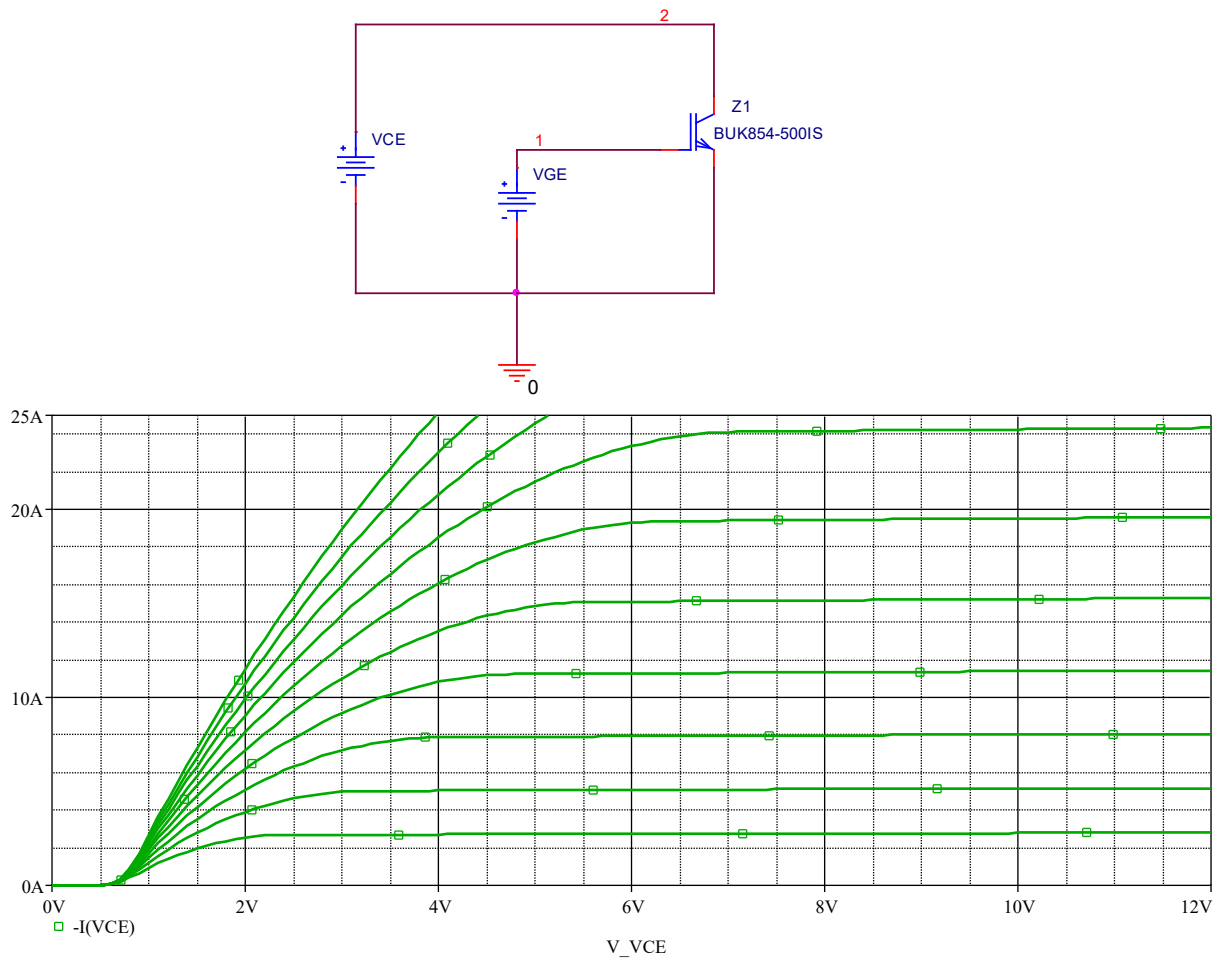
Verzeichnis : ..\DEMO4\Demo4 ( Sättigungsverhalten einer Induktivität mit „normalen Startpunkt)

Verzeichnis : ..\DEMO4\ ( Sättigungsverhalten einer Induktivität mit „verschobenen Startpunkt)

Verzeichnis : ..\DEMO6\ ( Simulation einer gemischten Analog/Digital-Schaltung )

Verzeichnis : ..\UEBUNG1\ ( Simulation einer Hystereseschleife )

### Ausgangskennlinienfeld eines IGBT Verzeichnis IGBTTEST



### **Schaltverhalten eines IGBT an induktiver Last**

Verzeichnis : IGBTDYN ( Achtung : Diode Dclamp entfernen und durch dbreak ersetzen (= D2) )

