

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>0 SPICE und PSpice, Informationen auf plus.hanser-fachbuch.de, Software-Installation.</b> .....	<b>7</b>
0.1 Die Entwicklung von PSpice und andere SPICE-Derivate .....	7
0.2 OrCAD PSpice Designer, OrCAD für Studierende, PSpice for TI .....	8
0.3 Zusatzinformationen auf plus.hanser-fachbuch.de. ....	9
0.4 Softwareinstallation OrCAD PSpice Designer Lite 17.2 und Zusatzbibliotheken .....	10
0.5 Zahlenformate, Einheiten und Typografie. ....	15
<b>1 Zeichnen von Schaltplänen</b> .....	<b>16</b>
1.1 Capture starten. ....	16
1.2 Ein neues Projekt anlegen. ....	17
1.3 Werkzeugleisten: Capture-, Draw- und PSpice-Toolbars. ....	21
1.4 Bauteile finden und positionieren .....	23
1.5 Schaltpläne zeichnen. ....	28
1.6 Bauteilattribute (Properties) editieren. ....	37
1.7 Gleichstrom-Arbeitspunktanalyse der Reihenschaltung .....	42
1.8 Einheiten und Zahlenvorsätze in PSpice .....	45
1.9 Übungen .....	46

<b>2</b>	<b>Der PSpice-Workflow, Einstieg in die Simulation, Bias Point Analysis .....</b>	<b>48</b>
2.1	Basis- und Fortgeschrittene Analysen .....	48
2.2	Der PSpice-Workflow .....	50
2.3	Die Ausgabedatei *.out von PSpice (Output-File) und die Alias-Datei *.als .....	53
2.4	Gleichspannungen und -ströme im Arbeitspunkt: Bias Point Analysis ..	60
2.5	Nicht (sofort) simulierbare Schaltungen .....	70
2.5.1	Simulationsmethode .....	70
2.5.2	Einschränkungen der Lite-Version .....	74
2.6	Übungen .....	75
<b>3</b>	<b>PSpice als Software-Oszilloskop: Time Domain (Transient) Analysis .....</b>	<b>79</b>
3.1	Schaltplan und Parametrisierung der Transienten-Analyse .....	80
3.2	Probe-Diagramme darstellen. ....	85
3.3	Eine zweite y-Achse einfügen .....	91
3.4	Nutzung von Probe-Funktionen und -Operatoren. ....	93
3.5	Probe Dokumentation: Transient Simulation Report .....	100
3.6	Anzeigen von Effektivwert, arithmetischem Mittelwert, Gleichrichtwert und Leistungswerten .....	101
3.7	Schaltvorgänge .....	105
3.8	Übungen .....	108
<b>4</b>	<b>Die Wechselstrom-Analyse: AC Sweep/Noise Analysis .....</b>	<b>111</b>
4.1	AC-Analyse bei einer einzigen Frequenz. ....	112
4.2	Frequenzgang-Analyse AC Sweep .....	119
4.2.1	AC Sweeps mit linearen und logarithmischen Achsenskalierungen .....	120
4.2.2	Lineare und logarithmische Verteilung der Datenpunkte .....	124
4.2.3	Ergebnisse früherer Simulationen wieder zurückholen .....	129
4.2.4	Diagramme verschiedener Simulationen gemeinsam darstellen ..	130
4.3	Übungen .....	132

<b>5</b>	<b>Gleichstromanalyse: DC Sweep Analysis</b>	<b>135</b>
5.1	Primary Sweep: Sweep mit einer Variablen	136
5.1.1	DC Sweep Voltage Source: Gleichspannungsquelle als Sweep-Variable	136
5.1.2	DC Sweep Current Source: Gleichstromquelle als Sweep-Variable	139
5.1.3	DC Sweep Temperature: Bauteiltemperatur als Sweep-Variable	146
5.1.4	DC Sweep Model Parameter: Modellparameter als Sweep-Variable	152
5.1.5	DC Sweep Global Parameter: Global-Parameter als Sweep-Variable	154
5.2	Secondary Sweep: Sweep mit zwei geschachtelten Variablen	162
5.2.1	Geschachtelter DC Sweep von zwei Global-Parametern	162
5.2.2	Geschachtelter DC Sweep von Temperatur und Modellparameter	164
5.3	Übungen	168
<b>6</b>	<b>Parametrische Analysen: Parametric Sweep</b>	<b>170</b>
6.1	Parametric Sweep im Rahmen eines DC Sweep	171
6.1.1	Brückenspannung $U_{AB}$ einer Temperaturmessbrücke: die Kurvenschar $U_{AB} = f(\vartheta)$ mit Temperaturkoeffizient $TCI$ als Parameter	171
6.1.2	Die Ausgangskennlinien eines MOSFET-Transistors: die Kurvenschar des Drainstroms $I_D = f(V_{DS}, V_{GS})$ mit $V_{GS}$ als Parametric Sweep	175
6.2	Parametric Sweep im Rahmen eines AC Sweep	178
6.3	Der Parametric Sweep in der Transienten-Analyse, Faktoren als sweepbare Global-Parameter	183
6.4	Übungen	193
<b>7</b>	<b>Simulation in der Digitaltechnik</b>	<b>194</b>
7.1	Beschreibungsmodell eines digitalen Bauteils	194
7.2	PSpice als statischer Logik-Analysator	197
7.3	Dynamische Digitalsimulation: Zeitablaufdiagramme	204
7.3.1	Knotenbezeichnungen in der Digitalsimulation	204
7.3.2	Darstellung unbestimmter Schaltzeitpunkte im Probe-Fenster	208
7.3.3	Digital-Spannungsquellen	209
7.4	Zoom und Cursor in der Digitalsimulation	215

7.5	Digitale Stimulierung über einen Daten-Bus. ....	218
7.6	Zähler-Anwendungen, Tipps und Tricks .....	222
7.6.1	Asynchrone Zähler .....	222
7.6.2	Asynchroner BCD-Zähler. ....	224
7.6.3	Asynchroner BCD-Zähler mit dezimaler Ausgabe .....	226
7.6.4	Hexadezimale Darstellung von Bitkombinationen .....	227
7.6.5	Programmierung von Stimulusfolgen .....	229
7.7	Parametrierung von Digital-Bauteilen .....	231
7.7.1	Initialisieren von Flip-Flops .....	231
7.7.2	Laufzeiten und deren Toleranzen. ....	233
7.7.3	Wahl des I/O-Levels .....	240
7.8	Die Worst-Case-Analyse in der Digitaltechnik .....	244
7.8.1	Überlappen von Ambiguity: Ambiguity Convergence Hazard. ....	245
7.8.2	Überlappen von Ambiguity: Cumulative-Ambiguity-Hazard. ....	253
7.8.3	Nichteinhalten von Grenzwerten: Timing-Violations. ....	255
7.9	Übungen .....	261
<b>8</b>	<b>Anpassungen, Operatoren und Funktionen von Probe. ....</b>	<b>267</b>
8.1	Anpassung des Probe-Fensters .....	267
8.1.1	Farbe und Linienbreite der Probe-Diagramme ändern .....	268
8.1.2	Das Menü VIEW .....	270
8.1.3	Alternative Ansichten des Bildschirminhalts: Alternate Display ..	272
8.1.4	Multi-Windows-Fähigkeit von PSpice und CAPTURE. ....	273
8.2	Skalieren der X-Y-Achsen .....	276
8.3	Operatoren und Funktionen in Probe anwenden .....	277
8.4	Diagramme entflechten mit Add Plot. ....	279
8.5	Die Werkzeugleisten von Probe .....	281
8.6	Ausschnittvergrößerungen .....	283
8.7	Der Probe-Cursor .....	284
8.8	Messfunktionen: Evaluate Measurement .....	290
8.9	Übungen .....	292

<b>9</b>	<b>Erweiterte Analysen: Fourier, Rauschgrößen, Performance, Arbeitspunkt, Monte-Carlo und Worst-Case</b>	<b>298</b>
9.1	Die Fourier-Analyse	298
9.1.1	Das Frequenzspektrum einer Rechteckspannung	299
9.1.2	Frequenzspektrum der Ausgangsspannung eines Verstärkers	305
9.2	Rauschanalyse	311
9.2.1	Ursache und Beschreibung von Rauschsignalen	311
9.2.2	Rauschanalyse einer Emitterschaltung	318
9.3	Performance-Analyse	325
9.4	Hilfsmittel zur Festlegung und Analyse des Arbeitspunktes	335
9.4.1	Die Bias-Point-Detail-Analyse	335
9.4.2	Die Transfer-Analyse	335
9.4.3	Die DC-Sensitivity-Analyse	336
9.5	Die Monte-Carlo-Analyse	337
9.6	Die Worst-Case-Analyse	347
9.6.1	Überblick über den Aufbau der Worst-Case-Analyse	348
9.6.2	Ermittlung des Worst Case eines aktiven Filters	350
9.7	Übungen	355
<b>10</b>	<b>Analoge Verhaltensbeschreibung: Analog Behavioral Modeling ABM</b>	<b>356</b>
10.1	Anwendungen	356
10.2	ABM-Funktionen und Bauteile	357
10.3	Mit mathematischen Funktionen arbeiten: Attribut EXPR	361
10.4	Arbeiten mit Tabellen: Attribut TABLE	365
10.5	Es wird komplex: Laplace-Gleichungen mit LAPLACE, ELAPLACE und GLAPLACE	367
<b>11</b>	<b>Anwendungen in der analogen und digitalen Schaltungs- technik, Leistungselektronik und Regelungstechnik</b>	<b>371</b>
11.1	Analoge Schaltungstechnik	371
11.1.1	Einstufige Transistorverstärker	371
11.1.2	Hi-Fi-Verstärker mit MOSFET-Endstufe	376

11.1.3	Transistoren in Schaltanwendungen . . . . .	382
11.1.4	Schaltungen mit Operationsverstärker . . . . .	390
11.2	Leistungselektronik . . . . .	395
11.2.1	Gesteuerte Thyristorbrücken . . . . .	395
11.2.2	Blindleistungskompensation im Dreiphasennetz . . . . .	399
11.3	Digitale und Mixed-Mode-Schaltungen . . . . .	402
11.3.1	Analog-Digitalwandler und Digital-Analogwandler . . . . .	402
11.3.2	Synchroner Modulo-x-Zähler . . . . .	415
11.4	Regelungstechnik . . . . .	416
11.4.1	Reglerparameter . . . . .	417
11.4.2	P-Regelung . . . . .	417
11.4.3	I-Regelung . . . . .	418
11.4.4	PI-Regelung . . . . .	419
11.4.5	PID-Regelung . . . . .	420
<b>12</b>	<b>Elektrische Stressanalyse: Smoke Analysis. . . . .</b>	<b>422</b>
12.1	Die Belastungsgrenzen eines Bauteils: Smoke Parameter . . . . .	423
12.2	Sorgt für gezielte Unterlast: Derating . . . . .	431
<b>13</b>	<b>Modelle einbinden. . . . .</b>	<b>439</b>
13.1	Grundsätzliches über SPICE/PSpice-Modelle . . . . .	439
13.2	Modell-Bibliotheken an- und abmelden . . . . .	443
13.3	Symbol-Bibliotheken an- und abmelden . . . . .	445
13.4	Modelle an Symbole anbinden . . . . .	447
13.5	Neue PSpice-Modelle einbinden mit Symbolen aus <i>discretes2005.olb</i> . . .	449
13.6	<i>discretes2005.olb</i> : Symbole für importierte Modelle . . . . .	454
13.7	Neue PSpice-Modelle und -Symbole einbinden mithilfe des Model Editors . . . . .	465
13.8	Erstellen von neuen Bauteilsymbolen mit der Funktion <b>Generate Part</b> . .	470
13.9	Übungen . . . . .	472

<b>Anhang</b> .....	<b>474</b>
Handbücher. ....	474
Die Farben des Probe-Bildschirms ändern .....	475
Übersicht Tastaturbefehle (Shortcuts) .....	475
Probe: mathematische Operatoren und Funktionen, Messfunktionen .....	480
Bauteil-Liste der Bibliothek <i>eeval.olb</i> auf plus.hanser-fachbuch.de .....	484
Bauteil-Liste der Bibliothek <i>misc.olb</i> bzw. <i>sample.lib</i> auf plus.hanser-fachbuch.de .....	484
Die Spannungsquellen für die Transienten-Analyse .....	484
Die Messgeräte in <i>misc.olb</i> .....	489
Die Schalter aus <i>misc.olb</i> . ....	490
Die Drehstromquelle aus <i>misc.olb</i> . ....	494
Die regelungstechnischen Bausteine aus <i>misc.olb</i> .....	495
Zusatzmodelle auf plus.hanser-fachbuch.de .....	502
Weiterführende Informationen und Literaturliste .....	503
<b>Index</b> .....	<b>505</b>