

Robert Láníček

# **SIMULAČNÍ PROGRAMY pro elektroniku**

Praha 2002



---

Robert Láníček

## **SIMULAČNÍ PROGRAMY PRO ELEKTRONIKU**

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autor a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládaná zapojení a informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Veškerá práva vyhrazena.

© Ing. Robert Láníček 2002

Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

Robert Láníček: Simulační programy pro elektroniku

BEN – technická literatura, Praha 2002

2. vydání

**ISBN 80-7300-051-2**

# OBSAH

	<b>ADRESÁŘ CD-ROM .....</b>	<b>8</b>
	<b>MANUÁLY NA CD-ROM .....</b>	<b>9</b>
	<b>SEZNAM PROGRAMŮ NA CD-ROM .....</b>	<b>12</b>
	<b>ÚVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>1.</b>	<b>SPICE .....</b>	<b>15</b>
1.1	Historie .....	15
1.2	Netlist obvodu .....	15
	Obr. 1 Struktura netlistu SPICE .....	16
	Obr. 2 Popis součástky .....	16
	Obr. 3 Příklad netlistu pro simulaci usměrňovače .....	16
	Obr. 4 SPICE parametry diody .....	17
	Obr. 5 Netlist usměrňovače z programu MICROCAP 6 .....	18
1.3	Definice základních prvků .....	19
	Obr. 6 Definice nepoužívanějších elektronických prvků .....	19
1.4	Nezávislé zdroje .....	20
	Obr. 7 Definice průběhu exponenciálního pulzu EXP .....	20
	Obr. 8 Definice impulzního signálu PULSE .....	21
	Obr. 9 Definice Piecewise Linear Waveform signálu .....	21
	Obr. 10 Zdroj FM (Stimulus Frequency-Modulated Waveform) .....	21
	Obr. 11 Definice tlumeného harmonického průběhu .....	22
	Obr. 12 Povolené předpony jednotek .....	22
1.5	Lineární řízené zdroje .....	22
	Obr. 13 Definice závislých zdrojů .....	23
	Obr. 14 Využití řízeného zdroje k realizaci zesilovače .....	23
	Obr. 15 Neinvertující zesilovač se zpětnou vazbou .....	23
	Obr. 16 Funkční bloky realizované závislým zdrojem napětí .....	24
	Obr. 17 Tabulka s příklady polynomických zdrojů .....	24
	Obr. 18 Simulace dolních propustí zdrojem LAPLACE .....	25
	Obr. 19 Nastavení přenosu a fázového posuvu pro různé kmitočty .....	25

<b>1.6</b>	<b>Nelineární závislý zdroj .....</b>	<b>26</b>
	Obr. 20 Funkce zdroje B podle IsSPICE4 (Intusoft) .....	26
	Obr. 21 Využití zdroje B ke generování tvarových kmitů .....	27
<b>1.7</b>	<b>Podobvody a makra .....</b>	<b>28</b>
	Obr. 22 Aplikace makra pro opakovanou analýzu usměrňovače .....	28
	Obr. 23 Použití parametrů v makru integračního článku .....	29
	Obr. 24 Schéma a příklad grafické úpravy netlistu podobvodu .....	30
	Obr. 25 Náhradní schéma a simulace charakteristiky zesilovače .....	31
	Obr. 26 Makro integrátoru s výpočtem časové konstanty .....	32
<b>1.8</b>	<b>Řízené spínače .....</b>	<b>32</b>
	Obr. 27 Parametry řízených spínačů .....	33
	Obr. 28 Typický průběh odporu spínače v hysterezním pásmu .....	33
	Obr. 29 Napětím řízený odpor a vypínač .....	34
	Obr. 30 Relé jako proudem řízený spínač (EWB5) .....	34
	Obr. 31 Komparátor se spínačem SW (IsSpice4) .....	35
<b>1.9</b>	<b>Vedení a transformátory .....</b>	<b>35</b>
	Obr. 32 Definice parametrů vedení se ztrátami .....	35
	Obr. 34 Definice a příklad zapojení transformátoru .....	36
<b>1.10</b>	<b>Modely polovodičových prvků .....</b>	<b>36</b>
	Obr. 35 Nejjednodušší modely diody .....	37
	Obr. 36 SPICE modely a VA charakteristiky diody 1N4001 .....	38
	Obr. 37 Určení SPICE parametrů diody z její VA charakteristiky .....	39
	Obr. 38 Určení kapacitních parametrů diody .....	39
	Obr. 39 Určení zotavovací doby diody .....	40
<b>1.11</b>	<b>Operační zesilovače a komparátory .....</b>	<b>40</b>
	Obr. 40 Lineární model operačního zesilovače .....	40
	Obr. 41 Boyle-Cohn-Pederson model OZ (EWB5) .....	41
	Obr. 42 Zapojení modelu komparátoru LM111 (Intusoft) .....	41
<b>1.12</b>	<b>Číslicové obvody .....</b>	<b>42</b>
	Obr. 43 Definice logických výrazů a úrovní logických členů .....	42
	Obr. 44 Jednoduchá realizace logického součinu .....	42
	Obr. 45 Definice logických stavů číslicových obvodů .....	43
	Obr. 46 Rozhraní mezi analogovou a digitální částí obvodu .....	43
	Obr. 47 Struktura netlistu hradla NAND v programu Microcap .....	44
	Obr. 48 Základní příkazy pro práci se simulátorem SPICE .....	44

<b>1.13</b>	<b>Příkazy a analýzy SPICE .....</b>	<b>45</b>
	Obr. 49 Vykreslení charakteristik tranzistoru analýzou DC .....	45
	Obr. 50 Citlivostní analýza děliče napětí .....	46
	Obr. 51 Přenosové charakteristiky získané střídavou analýzou .....	47
	Obr. 52 Určení přenosové funkce a asymptot pomocí PZ analýzy .....	48
	Obr. 53 Iterační modely reaktancí při lichoběžníkové integraci .....	49
	Obr. 54 Proměnný časový krok při simulaci AKO s 555 (Microcap) .....	50
	Obr. 55 Definice Fourierovy řady a příklad výstupu analýzy (IsSpice) ...	51
	Obr. 56 Aplikace krokování kapacity pro posuzení filtrace napětí .....	52
	Obr. 57 Příklad využití ICL pro optimalizaci kapacity (Winspice3) .....	52
<b>2.</b>	<b>SIMULAČNÍ PROGRAMY .....</b>	<b>53</b>
<b>2.1</b>	<b>Edison .....</b>	<b>53</b>
	Obr. 58 Simulace nabíjení kondenzátoru programem EDISON 3 .....	54
<b>2.2</b>	<b>TINA .....</b>	<b>55</b>
	Obr. 59 Výsledek simulace AKO a parametry časovače 555 .....	56
	Obr. 60 Simulace Wienova článku demoverzí programu TINA .....	58
	Obr. 61 Nyquistova přenosová charakteristika Wienova článku .....	59
	Obr. 62 Výsledek symbolické analýzy zapojení s Wienovým článkem ..	59
	Obr. 63 Průběhy napětí při kvazirezonančním kmitočtu .....	60
	Obr. 64 Simulace přenosových charakteristik virtuálními přístroji .....	61
	Obr. 65 Nastavování potenciometru a zdroje v interaktivním režimu ....	61
	Obr. 66 Aplikace vnitřního programovacího jazyka .....	62
<b>2.3</b>	<b>Electronics Workbench .....</b>	<b>62</b>
	Obr. 67 Simulace generátoru s nastavitelnou střídou .....	63
	Obr. 68 Zvětšená obrazovka osciloskopu .....	64
	Obr. 69 Výstup analýzy transient v režimu grafu .....	65
	Obr. 70 Syntéza a analýza zapojení logické funkce XOR .....	66
	Obr. 71 Fourierova analýza obdélníků programem Multisim (EWB6) ....	67
	Obr. 72 Výsledek práce autorouteru systému pro návrh spojů .....	68
	Obr. 73 Plošný spoj pro generátor pily podle obr. 66 .....	69
	Obr. 74 Ukázka práce s výukovým programem Electronics Technician ...	70
<b>2.4</b>	<b>Micro-Cap .....</b>	<b>70</b>
	Obr. 75 Zapojení pro simulaci charakteristik tranzistoru .....	71
	Obr. 76 Převod předchozího schématu do netlistu SPICE .....	72
	Obr. 77 Globální a lokální editace parametrů tranzistoru .....	73
	Obr. 78 Pomocné nástroje programu Micro-CapV demoverze II .....	74
	Obr. 79 Program pro modelování prvků (Micro-Cap IV) .....	75
	Obr. 81 Krokovaná stejnosměrná analýza charakteristik tranzistoru ....	77

	Obr. 82	Tvorba grafů funkcí v programu Micro-Cap V .....	78
	Obr. 83	Analýza Transient s krokováním kapacity v RLC obvodu .....	79
	Obr. 84	Demonstrace rozšířeného zpracování dat (Micro-Cap V) .....	79
	Obr. 85	Část numerického výstupu transient analýzy .....	80
	Obr. 86	Příklad složitějšího zapojení simulačního obvodu .....	80
	Obr. 87	Definice SCR (MC6) a parametry SCR (TinaPro) .....	81
	Obr. 88	Simulace VA charakteristik tyristoru 2N1595 .....	82
	Obr. 89	Část netlistu předchozího obvodu pro simulaci charakteristik ...	83
	Obr. 90	Zadání pasivní pásmové propusti a její zapojení .....	84
	Obr. 91	Kmitočtová charakteristika navržené propusti .....	84
	Obr. 92	Probe analýza astabilního klopného obvodu s obvodem 555 ...	85
	Obr. 93	Animační režim simulace číslicového obvodu .....	86
<b>2.5</b>		<b>WinSpice .....</b>	<b>86</b>
	Obr. 94	Vzhled konzoly programu WinSpice 3 .....	87
	Obr. 95	Netlist a grafický výstup simulace usměřovače .....	87
	Obr. 96	Tabulka hodnot souboru aaa.txt v editoru EDIT .....	88
	Obr. 97	Vykreslení grafu napětí v tabulkovém procesoru LOTUS .....	89
	Obr. 98	Simulace v interaktivním režimu .....	89
	Obr. 99	Klasická parametrická stejnosměrná analýza .....	90
	Obr. 100	Varianty parametrické analýzy charakteristik tranzistoru .....	91
	Obr. 101	Obrazovka programu se schématem zdroje .....	92
<b>2.6</b>		<b>ICAP/4 – IsSpice4 .....</b>	<b>92</b>
	Obr. 102	Obrazovky dialogových oken parametrů prvků .....	93
	Obr. 103	Nastavení parametrů simulace Transient .....	94
	Obr. 104	Okno simulace a zobrazení průběhu ze schématu sondou .....	94
	Obr. 105	Okno osciloskopu z kurzorovým odečítáním .....	95
	Obr. 106	Okna textových výstupů programu .....	95
	Obr. 107	Simulace usměřovače ze SPICE netlistu obvodu .....	96
	Obr. 108	Programová utilita SPICEMOD pro tvorbu modelů prvků .....	96
<b>2.7</b>		<b>B2 Spice A_D 2000 .....</b>	<b>97</b>
	Obr. 109	Simulace tranzistorového klopného obvodu .....	97
<b>2.8</b>		<b>Simetrix Intro .....</b>	<b>97</b>
	Obr. 110	Příklad simulace fázového závěsu s obvodem 4046 .....	98
<b>2.9</b>		<b>PSU Designer .....</b>	<b>98</b>
	Obr. 111	Návrh zdroje s dvojcestným usměřovačem .....	99
<b>2.10</b>		<b>Tone Stack Calculator .....</b>	<b>100</b>
	Obr. 112	Sdružený korektor a jeho kmitočtové charakteristiky .....	100

<b>3.</b>	<b>NOVÉ VERZE PROGRAMŮ .....</b>	<b>101</b>
3.1	Micro-Cap 7.0.7 .....	101
3.2	Multisim 2001 .....	101
3.3	TinaPro 6 .....	102
3.4	Edison 4 .....	102
3.5	B2 Spice A/D v4 .....	103
3.6	CircuitMaker Student V6.2c .....	103
3.7	Ivex Spice .....	103
3.8	TopSPICE 6.76 .....	103
3.9	Simetrix4 Intro .....	104
3.10	Spicydem, Spicycle evaluation V2.017 .....	104
3.11	Spice-It 1852 .....	104
3.12	WinSpice3 verze 1.03.02 .....	105
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>107</b>
<b>4.</b>	<b>UKÁZKY OBRAZOVEK PROGRAMŮ .....</b>	<b>109</b>
	Obr. 113 Historie – EWB 1.5 a MICROCAP II .....	109
	Obr. 114 Komplexní návrhový systém CircuitMaker PRO .....	110
	Obr. 115 Simulační nástavba programu ORCAD .....	111
	Obr. 116 Simulace usměrňovače v programu AIMSPICE .....	112
	Obr. 117 Komplexní návrhový systém MicroSim .....	113
	Obr. 118 Simulace z oblasti silnoproudu .....	114
	Obr. 119 Programy pro spolupráci s digitálním osciloskopem .....	115
	Obr. 120 Příklad databázového a výukového programu .....	116
	Obr. 121 Simulace rozdílového zesilovače programem TopSPICE .....	117
	Obr. 122 Ukázka mírné evoluce programu .....	118
	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>119</b>
	<b>KNIHY BEN – TECHNICKÁ LITERATURA .....</b>	<b>120</b>

# Adresář CD-ROM

CD-ROM:\

```
ben
data
html
manualy
  aplac
  b2spice
  bsim3
  eworkben
  icap4
  |   \multimed
  ivex
  microcap
  |   \mc5
  |   \mc6
  microsim
  |   \verze_63
  |   \verze_8
  simetrix
  spice3f3
  tina
  winspic3
  winspice
programy
  acm
  aimspace
  |   \aextract
  |   \ver16bit
  |   \ver32bit
  aplac
  |   \aplac71
  |   \aplac75
  b2spice
  cirmake
  |   \cirm4
  |   \cirm7
  cybercir
  dosspace
  |   \SPICE3
programy
  drspice8
  |   \multimed
  edison
  |   \edison2
  |   \edison3
  eworkben
  |   \ewb4
  |   \ewb5
  |   \ewb5layd
  |   \ewb6
  icap4
  |   \icap_831
  |   \icap_836
  |   \movmaker
  |   \spimodel
  microcap
  |   \mc2
  |   \mc3
  |   \mc4
  |   \mc5
  |   \mc6
  microsim
  |   \msim62
  |   \msim63
  |   \msim8
  nasse
  nutspi32
  orcadwin
  oscilosk
  powerdes
  psimdemo
  rspice
  simetrix
  spiceage
  spicef4
  spiceit
  tectron
programy
  tina
  |   \tina4
  |   \tina5
  tonestac
  topspice
  waveform
  wins
  winscope
  winspic3
  |   \winspic2
  winspice
programy.new
  b2spice
  cirmake
  edison
  ivex
  microcap
  |   \mc8
  multisim
  simetrix
  spiceage
  |   \spicedem
  |   \spicycle
  spiceit
  tina
  topspice
  winspic3
servis
  adobeac
  msie
  |   \30cz16
  |   \401cz16
  |   \501cz32
  salamand
  |   \doc
  win32s
  winzip
```

# Manuály na CD-ROM

## Aplac

index.pdf	index manuálů Aplac 7.1 ... abecední rejstřík s odkazy na stránky manuálů	76 stran
refman1.pdf	Reference manual Aplac 7.1 Vol1 – 1. část ... popis analýz, program není klasický SPICE	144 stran
refman2.pdf	Reference manual Aplac 7.1 Vol1 – 2. část ... optimalizace návrhu obvodu	129 stran
refman3.pdf	Reference manual Aplac 7.1 Vol2 – 1. část ... definice analogových prvků a podobvodů	89 stran
refman4.pdf	Reference manual Aplac 7.1 Vol2 – 2. část ... definice analogových prvků a podobvodů	80 stran
refman5.pdf	Reference manual Aplac 7.1 Vol2 – 3. část ... definice analogových prvků a podobvodů	89 stran
refman6.pdf	Reference manual Aplac 7.1 Vol2 – 4. část ... definice analogových prvků a podobvodů	89 stran
refman7.pdf	Reference manual Aplac 7.1 Vol3 – 1. část ... RF součástky, reference	151 stran
user1.df	Users manual Aplac 7.1 – 1. část ... úvod, obsluha, prostředí Windows	46 stran
user2.pdf	Users manual Aplac 7.1 – 2. část ... prostředí Unix, průvodce obsluhou	60 stran
user3.pdf	Users manual Aplac 7.1 – 3. část ... modely elektronických prvků	80 stran
user4.pdf	Users manual Aplac 7.1 – 4. část ... řešené příklady zapojení	60 stran
user5.pdf	Users manual Aplac 7.1 – 3. část ... převod SPICE/APLAC	61 stran
sysman1.pdf	System Simulation manual Vol1 ... průvodce způsobu práce při simulaci	128 stran
sysman2.pdf	System Simulation manual Vol2 – 1. část ... Discrete-Time Simulation	58 stran
sysman3.pdf	System Simulation manual Vol2 – 2. část ... simulace složitých obvodů, filtry, PLL	140 stran
sysman4.pdf	System Simulation manual Vol2 – 3. část ... simulace složitých obvodů, modulátory	102 stran
eman1.pdf	Electromagnetic Simulation manual – 1. část ... simulace elektromagnetických dějů	106 stran

eman2.pdf	Electromagnetic Simulation manual – 2. část	55 stran
...	příklady simulace elektromagnetických obvodů	

## B2Spice

deved menus.pdf	editor databáze	27 stran
...	práce s databází součástek	
netlist interface.pdf	specifikace netlistu	35 stran
...	popis SPICE netlistu	
new part creation instructions.pdf	tvorba nových součástek	5 stran
...	postup při tvorbě modelu	
simulations.pdf	SPICE analýzy	13 stran
...	popis a práce s analýzami	
workshop menus.pdf	tvorba zapojení	25 stran
...	způsob práce s programem	

## BSim3

ap*.pdf	Appendix A: Parameter list	74 stran
...	soubory se shrnutím parametrů prvků	
cover.pdf	BSim3v3 Manual	2 strany
...	titulní strana s adresou FTP zdroje	
cover2.pdf	BSim3v3 Manual	4 strany
...	obsah práce (Berkley)	
chp*.pdf	BSim3v3 Manual – 1. část	125 stran
...	teorie k polovodičovému přechodu	

## EWorkben

append.pdf	Appendix EWB6 (Microsim)	415 stran
...	definice prvků a jejich modelů	
getstart.pdf	Getting Started EWB6 (Microsim)	56 stran
...	příručka pro obsluhu programu	
userguid.pdf	Users Guide EWB6 (Microsim)	514 stran
...	podrobná příručka pro práci s programem	

## Icap4

getstarted.pdf	Getting Started Intusoft	338 stran
...	úvod, průvodce obsluhou, řešené příklady	

isspic4.pdf	Users GuideIntusoft ... podrobná příručka pro práci s programem	435 stran
modlist.pdf	Model Libraries ... prvky a na konci řešené příklady modelů	300 stran
spicemod.pdf	Spice Modeling Spreadsheet ... popis práce s utilitou pro tvorbu modelů	90 stran
+ starší verze textů a multimediální filmy Lotus.scm pro výuku programu		

## Ivex

ivexspice.pdf	ReferenceGuide	143 stran
---------------	----------------	-----------

## Microcap\MC6

mc6high.pdf	Analog/Digital simulator ... barevná reklama možností programu	6 stran
usermc6.pdf	Users Guide Micro-Cap 6.0 ... podrobná příručka pro obsluhu programu	249 stran

## Microcap\MC5

microcap.pdf	Analog/Digital simulator ... barevná reklama možností programu	6 stran
user.pdf	Users Guide Micro-Cap 5 ... podrobná příručka (nekvalitní obrázky)	217 stran
referenc.pdf	Reference manual Micro-Cap5 ... velmi podrobný návod s příklady	571 stran

## Microsim

fpgaugd.pdf	Users Guide FPGA design software	57 stran
neturgd.pdf	Network Licensing Guide	163 stran
opturgd.pdf	PSPICE optimizer, Users Guide ... popis práce s optimalizačním modulem	161 stran
pcbref.pdf	PCBOARD ... reference modulu návrhu plošných spojů	111 stran
pcburd.pdf	PCBOARD, Users Guide ... průvodce pro návrh plošných spojů	421 stran
pspcad.pdf	PSPICE A/D & Basics, Users Guide ... podrobný průvodce práce při simulaci	567 stran
pspcref.pdf	PSPICE A/D, Reference Manual ... pěkný popis SPICE a modelů prvků	365 stran
schmurgd.pdf	Schematics, Users Guide ... průvodce pro kreslení schématu a editaci prvků	381 stran

## Microsim/old

appnts.pdf	Aplication Notes	328 stran
	... poznámky k řešení různých zapojení	
libref.pdf	Library Reference	807 stran
	... seznam analogových a číslicových prvků	
+ starší verze textů s jednodušší a střízlivější úpravou		

## Simetrix

brochure.pdf		12 stran
--------------	--	----------

## Spice3f3

spice3f3.pdf	Spice 3f3 Manual	138 stran
	... stručný strojem psaný text	

## Tina

interpreter.pdf		36 stran
TINA 6 quick start manual.pdf		84 stran
Tina Pro English Manual.pdf		75 stran
TINAPROAdvanced_Topics.pdf		69 stran

## Winspic3

spiceman.pdf	Spice 3f5 Manual	132 stran
	... úprava ve Wordu97, příklady	

## Winspice

index.htm	Win SPICE 1.01 Manual	
-----------	-----------------------	--

## Seznam programů na CD-ROM

ACM, AIMEXTRA, AIMSPICE (2 verze), APLAC7 (2 verze), **B2 SPICE A/D** (2 verze), CIRCUIT MAKER (2 verze a TRAXMAKER PRO), CYBERCIRCUIT, DOS SPICE, Dr.SPICE, **EDISON** (3 verze), **ELECTRONICS WORKBENCH** (3 verze a LAYDEMO), ICAP (2 verze a modelovací utilita), IVEX SPICE, **MICRO-CAP** (6 verzí a modelovací utilita), MICROSIM (3 verze), MULTISIM, NASSE, ORCAD-CAPTURE (2 verze), **POWER SUPPLY DESIGNER**, PSIM, RSPICE, **SIMETRIX** (3 verze), SPICE 32, SPICE 3f4, SPICEAGE, SPICE-IT!, SPICYDEM, SPICYCLE, **TINA** (4 verze), TONE STACK CALCULATOR, TOPSPICE (4 verze), WAVEFORM MANAGER, WAVESTAR, WINS, WINSCOPE, **WINSPICE3** (4 verze), WINSPICE, XYZs OF OSCILLOSCOPES.

Náhledy obrazovek programů se stručnými poznámkami jsou v adresářích OBR\_POZN na disku. Tučně zvýrazněným programům je věnován i text knihy.

# ÚVOD

Během deseti let se osobní počítače rozšířily tak, že začínají být stejně dostupné jako dříve kalkulačky. Je nepochybné, že jejich přínos pro technickou praxi je mnohem větší. K efektivnímu využití počítačů je ovšem zapotřebí i kvalitní software a ten je pro amatérskou praxi velmi drahý. Legálním řešením je používání freeware a demoverzí programů. Tato publikace je proto věnována popisu toho nejlepšího, alespoň dle mínění autora, co lze zdarma stáhnout z internetových stránek.

V knize jsou vysvětleny základní principy a způsob práce se SPICE algoritmy. Práce s programy je popisována na konkrétních příkladech návrhů obvodů. Součástí knížky je CD-ROM, na kterém jsou instalační soubory padesáti simulačních programů a příklady zapojení obvodů. Protože podrobný popis všech programů není možný, jsou v adresářích obr\_pozn náhledy obrazovek a stručné poznámky k jednotlivým programům. Při výběru programů byla dána přednost nejnovějším verzím pro operační systém W95/98. Část programů se spokojí i s Windows 3.11, pokud se nainstaluje rozšíření Win32s. Protože u některých programů mají vyšší verze horší vlastnosti než verze předchozí (stabilita, rychlost a zabrané místo na disku), je v těchto případech na disku uloženo více instalačních verzí s komentářem. Nároky většiny programů na hardware jsou přiměřené a programy uspokojivě běží na libovolném počítači vhodném pro W95/98.

Pro hlubší studium problematiky simulace elektronických obvodů lze využít i deset tisíc stran originální dokumentace k programům a k simulaci obecně. Anglicky psané texty jsou na disku uloženy ve formátech PDF a HTML. Potřebné prohlížeče a můj oblíbený volně šiřitelný souborový manažer Servant Salamander jsou rovněž součástí disku.

Svět počítačů se neustále vyvíjí a dva roky, které uplynuly od přípravy prvního vydání této publikace, představují nejméně jednu generaci počítačů. V souvislosti s rostoucími možnostmi výpočetní techniky narůstají i požadavky programů, jak na výpočetní výkon, tak na kapacitu disků. S tímto vývojem jde i pozvolné zlepšování užitečných vlastností programů a pod vlivem konkurence se zlepšuje i kvalita demoverzí. Aby se zachovala příznivá cena publikace, jsou úpravy knížky minimální a je pouze přidána třetí kapitola věnovaná novým verzím. Podobně je řešeno i CD, kde jsou nové verze programů umístěny ve zvláštním adresáři. Programy byly aktualizovány v prosinci 2001 a jsou odzkoušeny pod operačním systémem W98SE.

Hodně úspěchů při vlastní tvůrčí práci Vám přeje

autor