

## Obsah

1. Modely polovodičových prvků.....	1
Identifikace modelů.....	3
1.1. Model polovodičové diody.....	4
1.1.1. Charakteristika modelu.....	4
1.1.2. Parametry modelu.....	4
1.1.3. Statická část modelu.....	6
1.1.4. Dynamická část modelu.....	8
1.1.5. Teplotní závislosti.....	9
1.1.6. Šumový model.....	10
1.1.7. Model programu CIA.....	11
1.1.8. Identifikace modelu.....	12
1.2. Model bipolárního tranzistoru.....	14
1.2.1. Charakteristika modelu.....	14
1.2.2. Parametry modelu.....	15
1.2.3. Statická část modelu.....	19
1.2.4. Dynamická část modelu.....	25
1.2.5. Teplotní závislosti.....	29
1.2.6. Šumový model.....	30
1.2.7. Model programu CIA.....	31
1.2.8. Identifikace modelu.....	32
1.3. Model JFET.....	39
1.3.1. Charakteristika modelu.....	39
1.3.2. Parametry modelu.....	40
1.3.3. Statická část modelu.....	42
1.3.4. Dynamická část modelu.....	43
1.3.5. Teplotní závislosti.....	43
1.3.6. Šumový model.....	44
1.3.7. Model programu CIA.....	45
1.3.8. Identifikace modelu.....	45
1.4. Model MOSFET.....	47
1.4.1. Charakteristika modelu.....	47
1.4.2. Parametry modelů.....	49
1.4.3. Statická část modelů.....	55
1.4.3a. Statická část semiempirického modelu.....	55
1.4.3b. Statická část modelu BSIM.....	58
1.4.4. Dynamická část modelů.....	60
1.4.4a. Dynamická část semiempirického modelu.....	61
1.4.4b. Dynamická část modelu BSIM.....	65
1.4.5. Teplotní závislosti.....	67
1.4.6. Šumový model.....	68
1.4.7. Model programu CIA.....	70
1.4.8. Identifikace modelu.....	73
1.5. Model MESFET.....	77
1.5.1. Charakteristika modelu.....	77
1.5.2. Parametry modelu.....	79
1.5.3a. Statická část Sussman-Fortova, Hantganova a Huangova modelu.....	81
1.5.3b. Statická část Statzova modelu.....	82
1.5.4a. Dynamická část Sussman-Fortova, Hantganova a Huangova modelu.....	83
1.5.4b. Dynamická část Statzova modelu.....	85
1.5.5. Teplotní závislosti.....	86
1.5.6. Šumový model.....	87
1.5.7. Model programu CIA.....	88
1.5.8. Identifikace modelu.....	89
1.5.9. Kmitočtová disperze parametrů modelu.....	91

2. Modely lineárních prvků .....	93
2.1. Model přenosového vedení .....	95
2.1.1. Model bezeztrátového vedení .....	95
2.1.2. Model ztrátového vedení .....	97
2.1.3. Model přenosového vedení založený na Besselových funkcích .....	101
2.2. Model operačního zesilovače .....	103
2.2.1. Model ideálního operačního zesilovače .....	103
2.2.2. Model reálného operačního zesilovače .....	104
2.3. Lineární modely mikrovlnných prvků, rozptylové matice .....	107
2.3.1. Charakteristika analytického přístupu .....	107
2.3.2. Charakteristika systematického přístupu .....	108
3. Algoritmy pro analýzu a optimalizaci elektronických obvodů .....	113
3.1. Řešení soustav nelineárních algebro-diferenciálních rovnic .....	115
3.1.1. Zjednodušená verze algoritmu pro řešení nelineárních algebraických rovnic .....	115
3.1.2. Zjednodušená verze algoritmu pro řešení nelineárních diferenciálních rovnic .....	117
3.1.3. Úplný algoritmus pro řešení nelineárních algebro-diferenciálních rovnic .....	118
3.2. Řešení soustav lineárních rovnic .....	127
3.2.1. LU rozklad .....	127
3.2.2. Výběr hlavních prvků .....	128
3.2.3. Řešení soustav lineárních rovnic s trojúhelníkovou maticí soustavy .....	129
3.2.4. Příklad řešení soustav lineárních rovnic pomocí LU rozkladu .....	130
3.3. Určení pólů a nul přenosové funkce .....	131
3.3.1. Redukce zobecněné úlohy charakteristických čísel na standardní tvar .....	131
3.3.2. Příklad redukce zobecněné úlohy charakteristických čísel na standardní tvar .....	132
3.3.3. Výběr klíčových prvků .....	134
3.3.4. Řešení standardní úlohy charakteristických čísel algoritmem QR .....	135
3.3.5. Příklad řešení standardní úlohy charakteristických čísel algoritmem QR .....	137
3.3.6. Algoritmus QR s posunem počátku .....	138
3.4. Vyhledání ustálené periodické odezvy .....	140
3.4.1. Princip metody .....	140
3.4.2. Ustalovací algoritmus .....	141
3.4.3. Příklad použití ustalovacího algoritmu .....	144
3.5. Rychlá Fourierova transformace .....	147
3.5.1. Diskrétní Fourierova transformace .....	147
3.6. Určení intermodulačních a harmonických produktů .....	152
3.6.1. Charakteristika kvazilineární analýzy .....	152
3.6.2. Demonstrace kvazilineární analýzy .....	153
3.7. Citlivostní analýza .....	158
3.7.1. Citlivostní analýza v časové oblasti .....	158
3.7.2. Příklad citlivostní analýzy v časové oblasti .....	158
3.7.3. Citlivostní analýza v kmitočtové oblasti .....	161
3.7.3a. Standardní citlivostní analýza v kmitočtové oblasti .....	161
3.7.3b. Šumová citlivostní analýza v kmitočtové oblasti .....	161
3.7.3c. Příklad šumové citlivostní analýzy v kmitočtové oblasti .....	162
3.7.3d. Citlivostní analýza šumového čísla .....	164
3.8. Optimalizace .....	166
3.8.1. Zobecněná metoda nejmenších čtverců .....	166
3.8.2. Příklad identifikace parametrů zobecněnou metodou nejmenších čtverců .....	169
3.8.3. Levenbergova-Marquardtova metoda .....	172
3.9. Analýza nejhoršího stavu .....	178
3.9.1. Účel a charakteristika algoritmu .....	178
3.9.2. Příklad analýzy nejhoršího stavu .....	179
4. Uživatelský návod k programu CIA .....	181
Uživatelský návod k programu CIA – textová část .....	184
Uživatelský návod k programu CIA – definice rovnic modelů polovodičových prvků .....	237
Uživatelský návod k programu CIA – definice rovnic modelů lineárních prvků .....	274
Uživatelský návod k programu CIA – definice rovnic algoritmů .....	279

5. Demontrace používání programů CIA a SPICE .....	299
5.1. Nadstavbová procedura SHELL k programu CIA .....	301
5.2. Demonstrační příklady k programu CIA.....	308
5.2.1. Zesilovač s bipolárním tranzistorem .....	308
5.2.2. Zesilovač s kmitočtově závislou zpětnou vazbou.....	318
5.2.3. Colpittsův oscilátor .....	323
5.2.4. Charakteristiky bipolárního tranzistoru .....	324
5.2.5. Rychlý logický obvod s tranzistorem GaAsFET.....	326
5.2.6. Identifikace parametrů tranzistoru GaAsFET.....	328
5.2.7. Astabilní multivibrátor .....	330
5.2.8. Rázující generátor .....	331
5.2.9. Šumové číslo mikrovlnného zesilovače.....	332
5.3. Demonstrační příklady k programům SPICE a CIA .....	334
5.3.1. Teplotní závislosti rezistorů v SPICE 2, PSPICE a CIA .....	334
5.3.2. Řízení zdroje napětí a proudu v PSPICE a CIA.....	336
5.3.3. Zadání astabilního multivibrátoru v programu PSPICE.....	341
5.3.4. Zadání nelineární kapacity v programech PSPICE a CIA.....	342
5.3.5. Získání charakteristik bipolárního tranzistoru pomocí PSPICE.....	347
5.3.6. Druhy stejnosměrných analýz v programu PSPICE .....	348
5.3.7. Druhy kmitočtových analýz v programu PSPICE .....	355
5.3.8. Druhy časových analýz v programu PSPICE .....	359
5.3.9. Přesnost a spolehlivost programu PSPICE .....	363
5.4. Ovládání grafického editoru PSCHED pro SPICE 9 .....	372
Literatura .....	387