

<b>1.</b>	<b>ÚVOD</b>	9
1.1	Přehled základních pojmů	9
1.1.1	Pásový model pevných látek	9
1.1.2	Polovodiče a jejich rozdělení	11
1.1.3	Elektrony a díry v polovodiči	14
<b>2.</b>	<b>ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VELIČINY</b>	17
2.1	Pohyblivost	17
2.2	Generačně-rekombinační procesy	22
2.3	Driftové a difúzní proudy, transportní rovnice	25
2.4	Rovnice kontinuity	30
2.5	Poissonova rovnice	33
<b>3.</b>	<b>PŘECHODY, JEJICH DRUHY A ROZDĚLENÍ</b>	35
3.0	Přechody PN a jejich význam PN v technické praxi	35
3.1.	Strmý přechod PN	38
3.1.1	Model struktury přechodu a definice jeho vlastností	38
3.1.2	Kvalitativní analýza přechodu	39
3.1.3	Šířka oblasti prostorového náboje, difúzní napětí	42
3.1.4	Bariérová kapacita strmého přechodu	46
3.2	Pozvolný přechod PN	50
3.2.1	Model struktury přechodu a definice jeho vlastností	50
3.2.2	Šířka oblasti prostorového náboje, difúzní napětí	51
3.2.3	Bariérová kapacita pozvolného přechodu	55
3.2.3.1	Závislost bariérové kapacity na teplotě	56
3.2.3.2	Modely bariérové kapacity přechodu PN	57
3.3	Zvláštní typy přechodů	58
3.4	Přechod PN s napětím v přímém směru	59
3.4.1	Úroveň injekce. Pojem malé a velké injekce	60
3.4.2	Kvalitativní popis chování přechodu PN s napětím v přímém směru	61
3.4.3	Kvantitativní popis chování přechodu PN s napětím v přímém směru	63
3.4.4	Diody s dlouhou bází	70
3.4.5	Diody s krátkou bází	71
3.4.6	Porovnání vlastností diod s dlouhou a krátkou bází	73
3.5	Injekční účinnost přechodu PN	76
3.6	Difúzní kapacita přechodu PN	78
3.6.1	Kmitočtová závislost difúzní kapacity přechodu PN	85
3.7	Některé další podružné jevy	90
3.7.1	Generace a rekombinace nosičů náboje v ochuzené vrstvě	90
3.7.2	Velká (silná) injekce	94
3.7.3	Vliv seriových odporů. Emisní součinitel	103



3.8	Model diody (přechodu PN) pro malé signály	106
3.9	Model diody (přechodu PN) pro velké signály	110
3.10	Přechodové jevy na přechodu PN	111
3.10.1	Přechod PN s vnějším střídavým napětím	112
3.10.2	Přechodové jevy na přechodu PN	114
3.10.3	Přechodové jevy při velkých proudech a napětích	115
3.10.4	Přechodové jevy při malých proudech a napětích	119
3.11	Vliv teploty na přechod PN	120
3.12	Průrazy přechodu PN a jejich druhy	125
3.13	Vliv záření na přechod PN	130
<b>4.</b>	<b>POLOVODIČOVÉ SOUČÁSTKY S JEDNÍM PŘECHODEM PN</b>	<b>138</b>
4.1	Usměrňovací diody	138
4.1.1	Germaniové usměrňovací diody	139
4.1.2	Výkonové usměrňovací diody	140
4.1.3	Lavinové usměrňovací diody	146
4.1.4	Vysokofrekvenční a impulzní diody	147
4.2	Stabilizační (Zenerovy) diody	150
4.3	Tunelové a inverzní (obrácené) diody	154
4.4	Kapacitní diody. Varikapy a varaktory	163
<b>5.</b>	<b>BIPOLÁRNÍ TRANZISTORY</b>	<b>169</b>
5.1	Úvod	169
5.2	Postup odvození základních vztahů	171
5.3	Statické charakteristiky tranzistoru	181
5.3.1	Charakteristiky tranzistoru v zapojení se společnou bází	181
5.3.2	Charakteristiky tranzistoru v zapojení se společným emitorem	182
5.3.3	Závislost proudového zesilovacího činitele na proudu kolektoru	187
5.3.4	Závislost proudového zesilovacího činitele na teplotě	190
5.4	Tranzistor jako zesilovač	190
5.4.1	Nastavení pracovního bodu bipolárních tranzistorů	190
5.4.2	Princip činnosti zesilovače	193
5.4.3	Model tranzistoru pro malé signály a nízké kmitočty	196
5.4.4	Určení parametrů nf modelu tranzistoru	199
5.4.5	Model tranzistoru pro malé signály a vysoké kmitočty	202
5.5	Kmitočtové vlastnosti tranzistorů	203
5.5.1	Přechodový kmitočet $f_T$	203
5.5.2	Vztah mezi kmitočtem $f_T$ a vf modelem tranzistoru	206
5.5.3	Některé další významné kmitočty tranzistoru	208
5.6	Pracovní oblasti tranzistoru a jejich vymezení	211
5.6.1	Druhy provozních režimů tranzistoru	211
5.6.2	Parametry vymežující aktivní oblast tranzistoru	215



5.7	Tranzistor jako spínač	220
5.8	Vliv teploty na činnost tranzistorových obvodů	223
5.8.1	Vliv změny napětí $U_{BE}$ na proud kolektoru	224
5.8.2	Vliv změn stejnosměrného a diferenciálního proudového zesilovacího činitele $h_{21E}$ a $h_{21e}$	225
5.8.3	Vliv změn zbytkového proudu $I_{CBO}$	226
5.9	Model tranzistoru pro velké signály	227
5.10	Základní parametry bipolárních tranzistorů	233
5.10.1	Způsoby charakterizace elektronických součástek	233

6.	<b>TRANZISTORY ŘÍZENÉ POLEM S PŘECHODOVÝM HRADLEM (JFET)</b>	241
6.1	Úvod	241
6.2	Konstrukční uspořádání tranzistorů JFET a jejich druhy	241
6.3	Podstata činnosti tranzistoru JFET	242
6.4	Voltampérové charakteristiky	245
6.5	Odvození analytických výrazů pro voltampérové charakteristiky	247
6.5.1	Výchozí předpoklady pro odvození základních rovnic	247
6.5.2	Odvození rovnic	248
6.5.3	Omezení a nedostatky odvozených vztahů	252
6.5.4	Zlepšení aproximace výstupních charakteristik	253
6.6	Kapacity tranzistorů JFET	254
6.7	Souvislost elektrických a konstrukčních parametrů	255
6.8	Některé diferenciální parametry tranzistorů	256
6.9	Model tranzistoru JFET pro malé signály	257
6.10	Kmitočtové vlastnosti tranzistorů JFET	258
6.11	Model tranzistoru JFET pro velké signály	259
6.12	Vliv teploty na vlastnosti a parametry tranzistorů JFET	262
6.13	Oblasti užití tranzistorů JFET	263
6.13.1	Tranzistor JFET jako zesilovač malých signálů	264
6.13.2	Tranzistor JFET jako napětím řízený odpor	266
6.13.3	Tranzistor JFET jako spínací prvek	268
6.14	Parametry tranzistorů JFET	268

7.	<b>UNIPOLÁRNÍ TRANZISTORY S IZOLOVANÝM HRADLEM</b>	274
7.1	Struktura kov - izolant - polovodič	274
7.1.1	Ideální struktura kov - izolant - polovodič	274
7.1.2	Metoda aproximace ochuzené vrstvy	277
7.1.3	Vztah mezi plošnou hustotou náboje a odporem polovodiče	281
7.2	Tranzistor MOSFET s indukovaným kanálem	283
7.2.1	Struktura tranzistoru	283
7.2.2	Voltampérové charakteristiky tranzistoru MOSFET s indukovaným kanálem. Hofsteinův model tranzistoru	288



7.2.3	Konečný výstupní odpor tranzistoru v oblasti saturace	293
7.2.4	Tranzistor MOSFET s kanálem typu P	295
7.2.5	Vliv substrátu na vlastnosti tranzistoru	295
7.2.6	Teplotní závislost tranzistorů MOSFET	296
7.2.7	Průraz tranzistoru	300
7.3	Tranzistor MOSFET jako zesilovač	302
7.3.1	Grafická analýza vlastností zesilovače	302
7.3.2	Početní rozbor vlastností zesilovače	304
7.3.3	Strmost tranzistoru	306
7.3.4	Model tranzistoru MOSFET pro malé signály	307
7.3.5	Nastavení pracovního bodu tranzistorů MOSFET	307
7.3.6	Vysokofrekvenční model tranzistoru MOSFET	306
7.3.7	Kmitočtové vlastnosti tranzistorů MOSFET	311
7.3.8	Prahové napětí $U_{TO}$ tranzistorů MOSFET	312
7.4	Tranzistor MOSFET se zabudovaným kanálem (ochuzovací typ tranzistoru; tranzistor s vodivým kanálem)	313
7.5	Výkonové tranzistory MOSFET	315
7.6	Model tranzistoru MOSFET pro velké signály	317
7.7	Základní parametry tranzistorů MOSFET	321
<b>8.</b>	<b>PŘECHOD KOV - POLOVODIČ (PŘECHOD M-S)</b>	<b>324</b>
8.1	Základní vlastnosti	324
8.1.1	Pásové diagramy přechodu kov-polovodič	324
8.1.2	Náboj a ochuzená vrstva přechodu kov-polovodič	327
8.1.3	Přechod kov-polovodič s vnějším napětím ve zpětném směru	328
8.1.4	Voltampérová charakteristika přechodu	331
8.2	Diody s přechodem kov-polovodič (Schottkyho diody)	335
8.2.1	Konstrukce Schottkyho diod	335
8.2.2	Srovnání vlastností Schottkyho diod a diod s přechodem PN	336
8.2.3	Použití Schottkyho diod	337
8.2.4	Model Schottkyho diody	338
8.2.5	Základní parametry Schottkyho diod	339
<b>9.</b>	<b>TRANZISTORY MESFET</b>	<b>340</b>
9.1	Úvod	340
9.2	Konstrukční uspořádání tranzistoru MESFET	341
9.3	Vlastnosti tranzistorů MESFET	347
9.3.1	Dynamické vlastnosti	347
9.3.2	Model pro velké signály	348
9.3.3	Základní parametry tranzistorů MESFET	349
	Poznámka	352
	Literatura	354