

I. ELEKTRONIKA

Úvod	4
1. Základní částice	5
1.1 Potenciál - elektrostatické pole	5
1.2 Balistika a optika nositelů náboje ve vakuu	7
1.2.1 Nositel náboje v elektrickém poli	7
1.2.2 Síly působící na nositel náboje v magnetostatickém poli . .	9
1.2.3 Pohyb částice za přítomnosti elektrostatického a magne- statického pole	11
1.3 Princip relativity aplikovaný na pohybující se částici	15
1.4 Vychylování elektronového svazku v obrazovkách	16
1.4.1 Fokuse elektronového svazku	21
1.5 Vakuové elektronické prvky	23
1.5.1 Elektronky - základní typy (malovýkonové)	24
1.5.2 Vakuové prvky pro vysoké kmitočty (triody, tetrody pro VVK, klystrony, permaktrony, karcinotrony, platinotrony, magne- trony).	31
2. Přehled fyziky polovodičů	49
2.1 Bohrov model atomu, přípustné energetické stavy v atomu	49
2.2 Vlnová a kvantová mechanika částic (Schrödingerova rovnice. Pauli- ho vylučovací princip)	51
2.3 Krystalová struktura látek	54
2.4 Pásové modely, vodivost látek	56
2.5 Dotace polovodičového krystalu příměsemi	60
2.6 Elektrony a díry v termodynamické rovnováze	62
2.6.1 Polohy Fermiho hladin	63
2.6.2 Rekombinace nositelů náboje	64
2.7 Koncentrace nositelů náboje v polovodičích	65
2.8 Transport nosičů v polovodiči	66
2.8.1 Driftová proudová hustota I_d	67
2.8.2 Difúze nabitých nosičů	68
2.9 Přehled využitelnosti fyzikálního jevu v polovodičových prvcích	69
3. Polovodičové prvky dvojpólového charakteru	73
3.1 Součástky bez aktivního přechodu PN	73
3.1.1 Termistory	73
3.1.2 Fotoelektrické odpory	74
3.1.3 Varistory (WK 55 900)	75
3.1.4 Hallův jev	76
3.1.5 Gunnovy diody	77
3.1.6 Elektroluminiscenční prvky, lasery	80
3.1.7 Tenzometrické polovodičové prvky	81

3.2	Polovodičové prvky s usměrňujícím přechodem	82
3.2.1	PN přechod - základní poznatky	82
3.2.2	Přechod PN v termodynamické rovnováze	83
3.2.3	Kapacita přechodu PN	88
3.2.4	Teplovní závislost u PN přechodu	90
3.2.5	Přechod kov - polovodič (PKP)	91
3.2.6	Přechod NN^+ a PP^+	93
3.3	Náhradní obvody prvků s přechodem PN	93
3.3.1	Náhradní obvod pro malé střídavé signály	93
3.3.2	Šumový náhradní obvod PN přechodu	94
3.4	Průraz přechodu PN (tepelný, lavinový, Zenerův).	95
3.5	Spínací vlastnosti přechodu.	97
3.6	Hrotové a plošné diody	98
3.6.1	Hrotové diody (např. GA 201 ÷ 207, KA 501 ÷ 503)	98
3.6.2	Diody s přivařeným hrotem (GAZ 51, OA 5 + OA 9)	99
3.6.3	Hrotové diody pro mikrovlnnou techniku	100
3.6.4	Difúzní diody vysokofrekvenční a spínací	102
3.7	Výkonové diody	103
3.7.1	Použití výkonových diod. Síťové usměrňovače	104
3.7.2	Zapojení usměrňovačů	106
3.7.3	Základní veličiny a vztahy usměrňovačů	107
3.8	Stabilizační diody (Zenerovy) ZD	110
3.8.1	Použití stabilizačních diod	112
3.9	Kapacitní diody (varikap, varaktor, regenerační dioda (SRD))	113
3.9.1	Typy kapacitních diod, parametry, použití	116
3.9.2	Parametrické zesilovače a násobiče	118
3.9.3	Generátory krátkých impulsů s regeneračními diodami SRD	123
3.10	Tunelová dioda	126
3.10.1	Fyzikální podstata tunelového jevu	126
3.10.2	Náhradní obvod a vlastnosti tunelových diod	128
3.10.3	Stabilita obvodu s TD (kritérium stability)	130
3.10.4	Použití tunelových diod. Odrazový zesilovač s TD	132
3.10.5	Obrácená dioda	133
3.11	Diody PIN (PIN D)	134
3.11.1	Náhradní obvod diody PIN	135
3.11.2	Typy a užití PIN D	136
3.12	Průletové diody	137
3.12.1	Lavino-průletové diody	138
3.13	Schottkyho diody (Sch D)	139
3.13.1	Užití Schottkyho diod	141
3.14	Luminiscenční diody	141
3.15	Dvoubázové diody (jednopřechodové tranzistory UJT)	142
4.	Polovodičové prvky vícepólového charakteru	145
4.1	Součástky se dvěma přechody PN. Bipolární tranzistor	145
4.1.1	Konfigurace zapojení. Charakteristiky tranzistoru (statické)	148
4.1.2	Vztahy mezi stejnosměrnými proudy I_B , I_C , I_E tranzistoru	150
4.2	Základní činnost zesilovacího obvodu, klasifikace zesilovačů	151
4.3	Volba a nastavení pracovního bodu; zatěžovací charakteristiky	153
4.3.1	Volba pracovního bodu	153

4.3.2	Třídy zesilovačů. Nastavení pracovního bodu	154
4.3.3	Stejnoseměrná a střídavá (dynamická) zatěžovací charakteristika)	156
4.4	Stabilizace pracovního bodu. Teplotní závislosti	158
4.4.1	Teplotní závislosti tranzistoru	159
4.4.2	Stabilizace pracovního bodu lineárními prostředky	161
4.4.3	Teplotní činitele stabilizace	162
4.4.4	Nelineární způsoby stabilizace pracovního bodu	163
4.5	Výkonové zatížení tranzistoru. Maximální kolektorová ztráta $P_{c \max}$	166
4.6	Charakterizace malosignálového zesilovače pomocí čtyřpólových parametrů	168
4.6.1	Čtyřpólové parametry	168
4.6.2	Rozptylové parametry "s"	171
4.6.3	Přepočet parametrů	173
4.7	Obvodové funkce malosignálového zesilovače pomocí h-parametrů	176
4.7.1	Vlastnosti jednotlivých konfigurací zapojení	179
4.8	Fyzikální náhradní obvody tranzistoru	183
4.8.1	Mezní kmitočty tranzistorů	186
4.9	Zesilovače výkonu s tranzistory	188
4.9.1	Vztahy jednočinného vf výkonového zesilovače	189
4.9.2	Dvočinné nf zesilovače třídy B	192
4.9.3	Beztransformátorové zesilovače se sériovým napájením tranzistorů	196
4.9.4	Nf zesilovače třídy D	197
4.9.5	Vysokofrekvenční výkonové zesilovače (rezonanční)	200
4.9.6	Násobič kmitočtu rezonanční	204
4.9.7	Problematika návrhu vf výkonových tranzistorových zesilovačů	205
4.9.8	Neutralizace vf zesilovačů	210
4.10	Zesilovače se zpětnou vazbou	212
4.10.1	Zpětná vazba v jednom zesilovacím stupni S-SZZV	214
4.10.2	Paralelně paralelní ZZV napěťová (P-PZZV)	217
4.10.3	Kombinace sériové a paralelní ZV v jednom stupni	219
4.10.4	Zpětná vazba přes dva zesilovací stupně	220
4.11	Zvláštní druhy zesilovačů	222
4.11.1	Darlingtonovo zapojení	222
4.11.2	Zapojení bootstrap	224
4.11.3	Rozdílové (diferenciální) zesilovače	225
5.	Tranzistory řízené polem (Field Effect Transistor - FET)	231
5.1	Princip činnosti unipolárních tranzistorů. Soustavy charakteristik	231
5.2	Teplotní závislosti u unipolárního tranzistoru	237
5.3	Pracovní bod unipolárního tranzistoru	239
5.4	Náhradní obvod unipolárního tranzistoru	240
5.5	Základní zapojení zesilovačů s UPT (SE, SG, SC)	242
5.5.1	Zapojení zesilovače se společným emitorem (SE). Zpětná vazba na odporu R_G	242
5.5.2	Zapojení se společným hradlem (SG)	243
5.5.3	Zapojení se společným kolektorem (SC)	243

6.	Prvky s více přechody PN	244
6.1	Činnost čtyřvrstvé struktury PNPN	244
6.1.1	Fototyristory	248
6.1.2	Požadované vlastnosti čtyřvrstvých součástí	249
6.2	Pětivrstvá struktura	250
6.3	Řídící obvody tyristoru	250
7.	Integrované obvody (IO)	254
7.1	Podložka (substrát) IO	255
7.2	Integrované prvky	255
7.2.1	Rezistory	255
7.2.2	Integrované kondenzátory	257
7.2.3	Integrované induktory	258
7.2.4	Integrované diody	259
7.2.5	Integrované tranzistory obráceného typu. Laterální tranzistor	260
7.3	Technologie výroby, rozdělení IO	261
7.4	Lineární integrované obvody (LIO)	261
7.4.1	Operační zesilovače (OZ), činnost, zapojení	262
7.4.2	Základní zapojení a kompenzace OZ	266
7.4.3	Vztahy invertujícího a neinvertujícího zapojení s OZ	270
7.4.4	Obvod pro sčítání signálu, invertující a neinvertující integrátor	271
7.4.5	Nastavení symetrie vstupů OZ	273
7.4.6	Některé další typy OZ	273
7.5	Nízkofrekvenční výkonové LIO	276
7.6	Integrované obvody pro další - zejména radiotechnické účely	281
7.7	Číslicové (logické) integrované obvody (ČIO)	281
7.7.1	Logické členy vytvořené TTL logikou	285
7.7.2	Integrované obvody MOS (NMOS, CMOS)	288

II. PŘENOS ²OPRAV

8.	Informace, sdělovací (komunikační) řetěz	289
8.1	Množství informace, objem signálu, propustnost kanálu	290
8.1.1	Míra informace	292
8.1.2	Střední informační obsah. Entropie	293
8.2	Přenos informace modulovanými signály	293
8.3	Amplitudová modulace	295
8.3.1	Energetické poměry u AM modulace	297
8.4	Úhlové (exponenciální) modulace	297
8.4.1	Kmitočtová modulace (FM)	297
8.4.2	Šířka spektra a šířka pásma B u FM signálu	299
8.4.3	Fázová modulace ϕM	301
8.5	Druhy impulsních modulací	304
8.5.1	Vzorkování signálu	304
8.5.2	Impulsní modulace spojitě	306
8.5.3	Impulsní kódová modulace, kvantování, kódování	309
8.5.4	Převod analogového signálu na číslicový, jeho obnovení z periodických vzorků	311

8.5.5	Kvantovací zkreslení při PCM. Kvantizační šum	313
8.5.6	Modulace delta PCM - Δ PCM (nebo jen Δ M)	315
9.	Přenos signálu bezdrátově	317
9.1	Základní vlastnosti antén	318
9.2	Šíření radiových vln	319
9.2.1	Ionosféra	321
10.	Základní obvody sdělovacího řetězce	324
10.1	Amplitudové modulátory	326
10.2	Modulátory pro úhlovou modulaci	328
10.2.1	Generování kmitočtově modulovaného signálu přímým způsobem	328
10.2.2	Nepřímý způsob generování kmitočtové modulace	329
10.3	Oscilátory v zařízeních sdělovacího řetězce	330
10.3.1	Oscilátory s kmitavým obvodem LC	331
10.3.2	Oscilátory řízené piezoelektrickou krystalovou jednotkou (PKJ)	335
10.4	Směšovače	337
10.4.1	Některá zapojení směšovačů	338
10.5	Demodulační obvody (detektory)	341
10.5.1	Amplitudové detektory	341
10.5.2	Usměrňovací charakteristiky, charakteristické parametry detektoru	343
10.5.3	Detekce kmitočtově a fázově modulovaných signálů	346
Literatura		348
Tabulky		352
Obsah		352