

Š A D R Ź A J

I. D E O - OSNOVI ELEKTRONIKE

Strana

P R E D G O V O R . . . . .	5
1. OSNOVNI ZAKONI KRETANJA ELEKTRONA U ELEKTRIČNOM POLJU I ELEKTRONSKE EMISIJE . . . . .	8
1.1. Kretanje elektrona u električnom polju . . . . .	8
1.2. Elektronska emisija . . . . .	10
1.2.1. Termička emisija elektrona . . . . .	12
1.2.2. Sekundarna emisija elektrona . . . . .	15
1.3. Vrste katoda . . . . .	15
2. ELEKTRONSKE CEVI PUNJENE GASOM . . . . .	18
2.1. Jonizacioni potencijal . . . . .	19
2.2. Jonizacioni sudari, srednja dužina putanje električne . . . . .	21
2.3. Proticanje struje kroz gasove . . . . .	22
2.4. Cevi sa hladnom katodom . . . . .	25
2.5. Triode sa hladnom katodom . . . . .	26
2.6. Gasna dioda sa zagrevanjem (termojoničnom) katodom . . . . .	27
2.7. Gasne triode sa zagrevanjem katodom (tiratroni) . . . . .	30
2.8. Ostale cevi punjene gasom . . . . .	33
3. VAKUMSKE ELEKTRONSKE CEVI . . . . .	33
3.1. Karakteristike diode . . . . .	34
3.1.1. Oblast prostornog tovara . . . . .	37
3.2. Karakteristični parametri diode . . . . .	38
3.3. Zagrevanje anode (anodna disipacija) . . . . .	39
4. T R I O D A . . . . .	40
4.1. Raspodela potencijala u triodi . . . . .	41

	Strana
4.2. Karakteristike triode . . . . .	43
4.3. Karakteristični parametri triode . . .	46
4.4. Medjuelektrodne kapacitivnosti triode .	50
4.5. Ograničenje struje i snage rešetke . .	52
4.6. Način dobijanja prednapona rešetke . .	52
5. T E T R O D A . . . . .	54
5.1. Sekundarna emisija elektroda . . . . .	55
5.2. Karakteristike tetrode . . . . .	57
6. P E N T O D A . . . . .	59
6.1. Karakteristike pentode . . . . .	62
6.2. Karakteristični parametri pentode . . .	63
6.3. Medjuelektrodne kapacitivnosti pentode .	65
7. OSTALE VRSTE ELEKTRONSKIH CEVI . . . . .	65
7.1. Cevi sa više rešetaka . . . . .	66
8. POLUPROVODNICI I POLUPROVODNIČKI SPOJEVI . .	67
8.1. Struktura poluprovodnika . . . . .	78
8.3. Donori i akceptori . . . . .	81
8.4. Provođenje elektriciteta u poluprovodnicima	84
8.5. Energetski nivoi provodnika, poluprovodnika i izolatora . . . . .	85
8.6. Fermijev nivo i koncentracije slobodnih nosilaca naelektrisanja i poluprovodniku .	88
8.7. Slobodni nosioci elektriciteta u polupro- vodnicima . . . . .	89
8.8. Spojevi poluprovodnika PIN vrste ili PN spojevi . . . . .	91
8.9. Energetska stanja poluprovodničkih PN spojeva	92
8.10. Difuziono kretanje nosioca elektriciteta .	94
8.11. Kapacitivnosti PN spojeva . . . . .	95
8.12. Poluprovodničke diode . . . . .	96
8.12.1. Kristalne diode sa površinskim spojem	96

	Strana
8.12.2. Cener diode . . . . .	99
8.12.3. Diode sa tačkastim spojem . . . . .	100
8.12.4. Tunelske diode . . . . .	103
8.12.5. Diode sa zlatnom žicom . . . . .	106
8.12.6. Epitaksijalne diode . . . . .	107
8.12.7. Foto osetljive diode . . . . .	108
8.12.8. Foto emitujuće diode . . . . .	108
8.12.9. Karakteristične veličine dioda . . . . .	110
8.12.10. Grafički simboli za prikazivanje dioda . . . . .	111
8.12.11. Ostale vrste usmerača . . . . .	112
<b>9. TRANZISTORI . . . . .</b>	<b>114</b>
9.1. Tranzistori sa površinskim spojevima . . . . .	115
9.2. PNP spoj kod tranzistora . . . . .	116
9.3. Princip rada tranzistora (sa površinskim spojem) . . . . .	119
9.4. Koeficijent strujnog pojačanja tranzistora . . . . .	126
9.5. Reakcija kolektora . . . . .	127
9.6. Kapacitivnost kolektorskog i emitorskog spoja . . . . .	127
9.7. Vrste tranzistora . . . . .	128
9.7.1. Vrste tranzistora po tehnologiji proizvodnje . . . . .	129
9.7.2. Vrste tranzistora prema nameni . . . . .	139
9.8. Statičke karakteristike tranzistora . . . . .	140
<b>10. POJAČAVAČI SA ELEKTRONSKIM CEVIMA . . . . .</b>	<b>145</b>
10.1. Princip pojačavača . . . . .	145
10.2. Radna prava i radna tačka . . . . .	151
10.3. Ekvivalentna kola . . . . .	153
10.4. Podela pojačavača . . . . .	155

	Strana
11. POJAČAVAČI SA TRANZISTORIMA . . . . .	157
11.1. Ekvivalentna kola . . . . .	159
11.2. Ekvivalentno kolo stepena sa uzemljenjem emitarom . . . . .	160
11.3. Ekvivalentno kolo stepena sa zajedničkom bazom . . . . .	166
11.4. Ekvivalentno kolo stepena sa zajedničkim kolektorom . . . . .	169
11.5. Ostale vrste ekvivalentnih kola . . . . .	170
11.6. Promena parametra tranzistora u zavisno- sti od položaja radne tačke i od tempera- ture . . . . .	178
11.7. Granice rada tranzistora . . . . .	179
12. TRANZISTOR PRI JEDNOSMERNIM REŽIMIMA RADA . . . . .	184
12.1. Radna tačka . . . . .	184
12.2. Jednosmerna radna prava . . . . .	185
12.3. Polarizacija tranzistora . . . . .	185
12.4. Temperaturna stabilizacija radne tačke i faktor stabilnosti . . . . .	187
12.5. Metode stabilizacije radne tačke . . . . .	191
13. POJAČANJE NAPONA NISKE UČESTANOSTI . . . . .	193
13.1. Otporna sprega sa elektronskim cevima . . . . .	194
13.2. Transformatorska sprega sa elektronskim cevima . . . . .	199
13.3. Pojačavači niskih učestanosti sa tranzi- storima . . . . .	203
14. POJAČANJE SNAGE NISKIH UČESTANOSTI . . . . .	206
14.1. Maksimalna izlazna snaga . . . . .	206
14.2. Pojačavači snage u klasi A . . . . .	210
14.3. Simetrična sprega u klasi A . . . . .	212
14.4. Pojačavači snage u klasi B . . . . .	213

15. SELEKTIVNO POJAČANJE NAPONA VISOKIH UČESTANOSTI	216
15.1. Selektivni pojačavači napona visokih učestanosti sa električnim cevima . . . . .	217
1 15.1.1. Pojačavač sa prostim zaptivnim oscilatornim kolom . . . . .	217
15.1.2. Pojačavači sa spregnutim oscilatornim kolima . . . . .	220
15.2. Selektivni pojačavači visokih učestanosti ..	223
15.3. Ekvivalentna kola tranzistora za visoke učestanosti . . . . .	224
16. JEDNOSMERNI POJAČAVAČI . . . . .	227
16.1. Sprege između pojačavačkih stepena . . . . .	228
16.2. Nestabilnost nule kod jednosmernih pojačavača sa elektronskim cevima usled promena napona grejanja katode . . . . .	231
16.3. Koeficijent stabilizacije kod pojačavača jednosmernih signala sa tranzistorima . . . . .	234
16.4. Diferencijalni pojačavač sa emitorskom spregom. . . . .	236
16.5. Jednosmerni pojačavači sa modulatorom . . . . .	238
17. NEGATIVNA REAKCIJA . . . . .	239
17.1. Uticaj negativne reakcije na pojačanje . . . . .	240
17.2. Način izvodjenja negativne reakcije . . . . .	244
18. OSCILATORI PROSTOPERIODIČNIH OSCILACIJA . . . . .	246
18.1. Uprošćena teorija oscilatora . . . . .	247
18.3. Vrste oscilatora . . . . .	252
18.4. Oscilatori sa reakcijom . . . . .	252
18.5. Oscilatori sa kvarcom . . . . .	255
18.6. Oscilatori faznog pomeranja . . . . .	258

## II. D E O - IMPULSNA I DIGITALNA ELEKTRONIKA

	Strana
P R E D G O V O R . . . . .	263
1. IMPULSNA ELEKTRONIKA . . . . .	264
1.1. Parametri i karakteristike impulsa . . . . .	265
1.1.1. Parametri impulsa . . . . .	267
1.1.2. Spektralni sastav impulsa . . . . .	269
1.2. Prelazni režimi . . . . .	273
1.2.1. Kola za diferenciranje . . . . .	276
1.2.2. Kola za integrisanje . . . . .	278
1.3. Poluprovodnički elementi u prekidačkom režimu rada . . . . .	281
1.3.1. Dioda . . . . .	281
1.3.2. Tranzistor . . . . .	282
1.3.3. MOS FET tranzistor . . . . .	286
1.3.4. Tiristor . . . . .	290
1.4. Pojačavači impulsa i ograničavači . . . . .	292
1.4.1. Pojačavači impulsa . . . . .	292
1.4.2. Ograničavači . . . . .	294
1.4.3. Pojačavači-ograničavači . . . . .	302
1.5. Generatori relaksacionih oscilacija . . . . .	303
1.5.1. Multivibrator . . . . .	304
1.5.2. Bloking oscilator . . . . .	314
1.6. Okidna kola . . . . .	319
1.6.1. Monostabilni multivibrator . . . . .	320
1.6.2. Bistabilni multivibrator . . . . .	323
1.6.3. Šmitovo okidno kolo . . . . .	325
1.6.4. Milerov integrator . . . . .	327
2. DIGITALNA ELEKTRONIKA . . . . .	330
2.1. Numerički sistem . . . . .	331
2.1.1. Binarni brojni sistem . . . . .	332

	Strana
2.1.2. Drugi brojni sistemi koji se koriste u digitalnoj tehnici . . . . .	334
2.1.3. Binarno kodovani decimalni sistemi . . . . .	334
2.2. Osnovni Bulove algebre i logičke mreže . . . . .	340
2.2.1. Osnovna pravila Bulove algebre . . . . .	340
2.2.2. Kombinacione tabele . . . . .	347
2.2.3. Logička kola . . . . .	349
2.3. Realizacija logičkih kola . . . . .	355
2.3.1. Otporno-tranzistorska logika (RTL) . . . . .	358
2.3.2. Diodno-tranzistorska logika (DTL) . . . . .	359
2.3.3. Tranzistorsko-tranzistorska logika (TTL) . . . . .	362
2.3.4. Logika sa emitorskom spregom (ECL) . . . . .	364
2.3.5. Logička kola u MOS tehnici . . . . .	365
2.3.6. Stepeni integrisanosti integrisanih kola . . . . .	367
2.4. Memorijski elementi . . . . .	368
2.4.1. Vrste memorijskih elemenata . . . . .	369
2.4.2. RS flip-flop . . . . .	371
2.4.3. T flip-flop . . . . .	374
2.4.4. RST flip-flop . . . . .	375
2.4.5. D flip-flop . . . . .	376
2.4.6. JK flip-flop . . . . .	377
2.4.7. MS flip-flop . . . . .	379
2.4.8. Magnetno jezgro kao memorijski i logički element . . . . .	382
2.5. Memorijske . . . . .	384
2.5.1. Registri . . . . .	386
2.5.2. Memorijske sa magnetnim jezgrima . . . . .	390
2.5.3. Tankoslojne magnetne memorijske . . . . .	395
2.5.4. Debeloslojne magnetne memorijske . . . . .	397
2.5.5. Stalne memorijske . . . . .	405

	Strana
2.6. Brojači . . . . .	408
2.6.1. Brojači sa rednom pobudom . . . . .	408
2.6.2. Brojači sa paralelnom pobudom . . . . .	411
2.6.3. Brojači sa proizvoljnim modulom . . . . .	412
2.6.4. Dekodovanje stanja brojača . . . . .	417
2.6.5. Kružni brojači . . . . .	418
2.7. Prekidačke matice . . . . .	421