

<b>1.</b>	<b>Uvod u elektrotehniku</b>	<b>1</b>
1.1.	Građa tvari i električni naboj	2
1.2.	Vodiči, poluvodiči i izolatori	5
1.2.1.	Vodiči	5
1.2.2.	Poluvodiči	5
1.2.3.	Izolatori	5
1.3.	Coulombov zakon	6
1.4.	Električna potencijalna energija i električni potencijal	8
1.4.1.	Električno polje i potencijalna energija	8
1.4.2.	Električni potencijal i napon	9
	Pitanja za provjeru znanja	12
	Zadatci	12
<b>2.</b>	<b>Napon, struja i otpor</b>	<b>13</b>
2.1.	Izvori napona	14
2.2.	Električna struja	15
2.2.1.	Električna struja u krutim tvarima	15
2.2.2.	Električna struja u plinovima i tekućinama	16
2.2.3.	Smjer struje	16
2.3.	Jakost električne struje	17
2.3.1.	Gustoća struje	17
2.4.	Djelovanje električne struje	18
2.4.1.	Toplinski učinak	18
2.4.2.	Kemijski učinak	19
2.4.3.	Magnetski učinak	19
2.4.4.	Svjetlosni učinak	19
2.4.5.	Fiziološki učinak	20
2.5.	Električni otpor vodiča	21
2.5.1.	Električna otpornost materijala	21
2.5.2.	Ovisnost električnog otpora o izmjerama vodiča	21
2.5.3.	Električna provodnost materijala	22
2.5.4.	Električna vodljivost	23

2.6. Utjecaj temperature na električni otpor . . . . .	24
2.7. Električni otpornici . . . . .	25
2.7.1. Značajke otpornika . . . . .	25
2.7.2. Izvedbe nepromjenjivih otpornika . . . . .	26
2.7.3. SIL mreža otpornika . . . . .	26
2.7.4. Izvedbe promjenjivih otpornika . . . . .	27
2.7.5. Otpornici s posebnim svojstvima . . . . .	27
2.7.6. Označavanje otpornika . . . . .	28
2.8. Izvori istosmjernog napona . . . . .	30
2.8.1. Primarni kemijski izvori . . . . .	30
2.8.2. Sekundarni kemijski izvori . . . . .	32
2.8.3. Fotoelement . . . . .	34
2.8.4. Termočlanak . . . . .	34
Pitanja za provjeru znanja . . . . .	35
Zadatci . . . . .	36

### 3. Krugovi istosmjerne struje

37

3.1. Električni strujni krug . . . . .	38
3.1.1. Komponente električnog strujnog kruga . . . . .	38
3.1.2. Smjer struje u strujnom krugu . . . . .	39
3.1.3. Složeni električni strujni krug . . . . .	40
3.1.4. Kratki spoj i prazni hod . . . . .	40
3.2. Ohmov zakon . . . . .	41
3.2.1. Međusobna ovisnost napona, struje i otpora u strujnim krugovima – Ohmov zakon . . . . .	41
3.2.2. Strujno-naponska karakteristika . . . . .	43
3.3. Mjerenje napona, struje i otpora . . . . .	44
3.3.1. Mjerenje struje i napona . . . . .	44
3.3.2. Karakteristike ampermetra i način spajanja . . . . .	45
3.3.3. Karakteristike voltmetra i način spajanja . . . . .	45
3.3.4. Mjerenje otpora omometrom . . . . .	45
3.3.5. Mjerenje otpora $U-I$ metodom . . . . .	46
3.4. Električna energija, rad i snaga . . . . .	46
3.4.1. Električna energija . . . . .	46
3.4.2. Električni rad . . . . .	47

3.4.3. Električna snaga . . . . .	48
3.4.4. Djelotvornost . . . . .	49
3.4.5. Toplinski učinak električne energije. . . . .	50
3.4.6. Zaštita uređaja od preopterećenja . . . . .	51
3.4.7. Gubitak napona i snage na vodovima . . . . .	52
<b>3.5. Paralelni spoj otpornika, I. Kirchhoffov zakon . . . . .</b>	<b>55</b>
3.5.1. Ukupni otpor paralelnog spoja . . . . .	56
3.5.2. Dijeljenje struje u paralelnom spoju. . . . .	57
3.5.3. Snaga paralelnog spoja otpornika . . . . .	59
<b>3.6. Serijski spoj otpornika, II. Kirchhoffov zakon. . . . .</b>	<b>60</b>
3.6.1. Ukupni otpor serijskog spoja. . . . .	62
3.6.2. Dijeljenje napona u serijskom spoju. . . . .	63
3.6.3. Snaga serijskog spoja otpornika . . . . .	64
<b>3.7. Mješoviti spoj otpornika. . . . .</b>	<b>66</b>
<b>3.8. Mosni spoj . . . . .</b>	<b>69</b>
<b>3.9. Promjenjivi otpornik. . . . .</b>	<b>72</b>
3.9.1. Regulacija struje promjenjivim otpornikom. . . . .	72
3.9.2. Dijeljenje napona promjenjivim otpornikom . . . . .	72
3.9.3. Opterećeno naponsko djelilo – potencijometrijski spoj. . . . .	74
Pitanja za provjeru znanja . . . . .	76
Zadatci . . . . .	78

## **4. Mreže istosmjerne struje . . . . . 85**

<b>4.1. Izvori stalnog napona . . . . .</b>	<b>86</b>
4.1.1. Idealni naponski izvor. . . . .	86
4.1.2. Realni naponski izvor . . . . .	86
4.1.3. Prilagodba trošila na najveću snagu. . . . .	88
<b>4.2. Izvor stalne struje. . . . .</b>	<b>91</b>
<b>4.3. Osnovni spojevi naponskih izvora . . . . .</b>	<b>92</b>
4.3.1. Serijski spoj naponskih izvora . . . . .	92
4.3.2. Paralelni spoj naponskih izvora . . . . .	93
<b>4.4. Potencijalni dijagram . . . . .</b>	<b>95</b>
<b>4.5. Uvod u analizu linearnih mreža . . . . .</b>	<b>97</b>
<b>4.6. Metoda izravne uporabe Kirchhoffovih zakona . . . . .</b>	<b>98</b>
<b>4.7. Metoda struja petlji . . . . .</b>	<b>100</b>

4.8. Metoda superpozicije . . . . .	101
4.9. Théveninov teorem . . . . .	103
4.9.1. Nortonov teorem – metoda kratkog spoja . . . . .	106
Pitanja za provjeru znanja . . . . .	109
Zadatci . . . . .	109

## 5. Električno polje i kondenzatori 113

5.1. Električno polje . . . . .	114
5.1.1. Jakost električnog polja . . . . .	114
5.1.2. Označavanje smjera električnog polja . . . . .	115
5.1.3. Električno polje i napon . . . . .	116
5.2. Električna influencija i vektor električnog pomaka . . . . .	117
5.3. Vodiči u električnom polju . . . . .	119
5.3.1. Oklapanje . . . . .	120
5.3.2. Gromobrani . . . . .	120
5.4. Električno polje u dielektriku . . . . .	121
5.5. Proboj dielektrika . . . . .	122
5.6. Električni kapacitet . . . . .	124
5.6.1. Kapacitet pločastog kondenzatora . . . . .	125
5.7. Vrste kondenzatora . . . . .	127
5.7.1. Značajke kondenzatora . . . . .	128
5.7.2. Kondenzatori stalnog kapaciteta . . . . .	128
5.7.3. Promjenjivi kondenzatori . . . . .	129
5.7.4. SMD kondenzatori . . . . .	129
5.8. RC spoj u istosmjernom strujnom krugu . . . . .	130
5.8.1. Nabijanje kondenzatora . . . . .	130
5.8.2. Izbijanje kondenzatora . . . . .	131
5.8.3. Energija kondenzatora . . . . .	132
5.9. Spojevi kondenzatora . . . . .	134
5.9.1. Serijski spoj kondenzatora . . . . .	134
5.9.2. Kapacitivno djelilo . . . . .	135
5.9.3. Paralelni spoj kondenzatora . . . . .	137
5.9.4. Mješoviti spoj kondenzatora . . . . .	138
Pitanja za provjeru znanja . . . . .	140
Zadatci . . . . .	140

<b>6.</b>	<b>Elektromagnetizam</b>	<b>143</b>
6.1.	Osnovne značajke magnetizma	144
6.2.	Prikaz magnetskog polja magneta	145
6.3.	Magnetsko polje ravnog vodiča	146
6.4.	Magnetsko polje zavojnice	147
6.5.	Djelovanje magnetskog polja na vodič kojim teče struja i magnetska indukcija	148
6.6.	Magnetski tok	150
6.7.	Magnetska indukcija zavojnice i jakost magnetskog polja zavojnice	151
6.8.	Magnetska indukcija ravnog vodiča i jakost magnetskog polja ravnog vodiča	153
6.9.	Magnetsko polje u materijalima	154
6.9.1.	Petlja histereze feromagnetskih materijala	155
6.10.	Magnetski krug	157
6.10.1.	Ohmov zakon za magnetski krug	157
6.10.2.	Magnetski napon	158
6.10.3.	Drugi Kirchhoffov zakon za magnetski krug	160
6.11.	Sila magnetskog polja na naboj u gibanju – Lorentzova sila	162
6.12.	Sile među vodičima	164
6.12.1.	Definicija ampera	165
6.13.	Sila magnetskog polja na strujnu petlju	166
6.14.	Elektromagnet	167
6.15.	Elektromagnetska indukcija	171
6.16.	Inducirani napon u ravnom vodiču	167
6.17.	Samoindukcija i induktivitet	173
6.18.	Međuindukcija i međuinduktivitet	176
6.19.	RL krug	179
6.19.1.	Uključenje RL kruga	179
6.19.2.	Isključenje RL kruga	180
6.20.	Magnetska energija zavojnice	182
	Pitanja za provjeru znanja	184
	Zadatci	185

## **7.** Izmjenične sinusne struje 189

7.1.	Električni generator	190
------	----------------------	-----

<b>7.2.</b>	Osnovni pojmovi o izmjeničnoj struji i naponu . . . . .	192
7.2.1.	Obilježja izmjenične sinusne struje i napona . . . . .	192
7.2.2.	Sinusna struja s početnim faznim pomakom . . . . .	194
<b>7.3.</b>	Predstavljanje izmjenične sinusne struje i napona s pomoću fazora . . . . .	196
7.3.1.	Predstavljanje izmjenične sinusne struje i napona s pomoću rotirajućih fazora . . . . .	196
7.3.2.	Predstavljanje izmjenične sinusne struje i napona s pomoću mirujućih fazora . . . . .	197
7.3.3.	Fazni odnosi dviju sinusnih veličina . . . . .	197
<b>7.4.</b>	Pasivne komponente u krugu izmjenične struje. . . . .	198
7.4.1.	Otpornik u krugu izmjenične struje . . . . .	199
7.4.2.	Zavojnica u krugu izmjenične struje. . . . .	201
7.4.3.	Kondenzator u krugu izmjenične struje. . . . .	203
<b>7.5.</b>	Serijski RL spoj . . . . .	205
7.5.1.	Fazorski dijagram . . . . .	205
<b>7.6.</b>	Serijski RC spoj . . . . .	207
7.6.1.	Fazorski dijagram . . . . .	207
7.6.2.	Impedancija . . . . .	207
<b>7.7.</b>	Serijski RLC spoj . . . . .	208
7.7.1.	Fazorski dijagram napona i trokut otpora . . . . .	209
<b>7.8.</b>	Snaga serijskog RLC spoja. . . . .	214
<b>7.9.</b>	Paralelni RL spoj . . . . .	218
7.9.1.	Fazorski dijagram . . . . .	218
7.9.2.	Admitancija . . . . .	218
<b>7.10.</b>	Paralelni RC spoj . . . . .	220
7.10.1.	Fazorski dijagram . . . . .	220
7.10.2.	Admitancija . . . . .	220
<b>7.11.</b>	Paralelni RLC spoj. . . . .	221
7.11.1.	Fazorski dijagram struja i trokut vodljivosti. . . . .	222
<b>7.12.</b>	Snaga paralelnog RLC spoja . . . . .	226
<b>7.13.</b>	Povećanje faktora snage. . . . .	228
7.13.1.	Značenje faktora snage. . . . .	228
7.13.2.	Računanje kompenzacijskog kondenzatora. . . . .	229
<b>7.14.</b>	Rad izmjenične struje . . . . .	231
<b>7.15.</b>	Transformator. . . . .	232
<b>7.16.</b>	Vrtložne struje . . . . .	234
<b>7.17.</b>	Gubitci zbog histereze . . . . .	235

7.18. Meki i tvrdi magnetski materijali . . . . .	235
Pitanja za provjeru znanja . . . . .	236
Zadatci . . . . .	238
<b>8. Trofazni sustav</b> . . . . .	<b>243</b>
8.1. Uvod . . . . .	244
8.2. Simetrični trofazni sustav . . . . .	247
8.3. Nesimetrični trofazni sustav . . . . .	252
8.4. Snaga u trofaznom sustavu . . . . .	255
8.4.1. Simetrično opterećenje . . . . .	255
8.4.2. Nesimetrično opterećenje . . . . .	258
8.5. Okretno magnetsko polje . . . . .	260
Pitanja za provjeru znanja . . . . .	262
Zadatci . . . . .	263
<b>9. Prijelazne pojave</b> . . . . .	<b>265</b>
9.1. Vrste napona i struje . . . . .	266
9.2. Nesinusni naponi i struje . . . . .	267
9.2.1. Pravokutni impulsi i pravokutni napon . . . . .	267
9.2.2. Pilasti impuls i pilasti napon . . . . .	269
9.3. Superponirani istosmjerni i izmjenični napon . . . . .	270
9.4. Uvod u prijelazne pojave . . . . .	271
9.5. Odziv RC mreže . . . . .	272
9.6. Odziv CR mreže . . . . .	275
Pitanja za provjeru znanja . . . . .	277
Dodatak . . . . .	278
Pojmovnik . . . . .	281
Literatura . . . . .	285