



Sadržaj

1. Osnovni mjeriteljski pojmovi	1
1.1. Mjerne jedinice	2
1.1.1. Jedinice SI	2
1.1.1.1. Osnovne jedinice SI	3
1.1.1.2. Izvedene jedinice SI	5
1.1.1.3. Iznimno dopuštene jedinice izvan SI	9
1.1.2. Decimalne jedinice	10
1.1.2.1. Formiranje binarnih jedinica	11
1.1.3. Složene izvedene jedinice SI	12
1.2. Definicije osnovnih pojmova u mjeriteljstvu	12
1.2.1. Mjerenje	12
1.2.2. Mjeriteljstvo	13
1.2.3. Norma	14
1.2.4. Mjerne metode i mjerni rezultati	14
1.3. Iskazivanje mjernih pogrešaka	15
1.3.1. Apsolutna pogreška	15
1.3.2. Relativna pogreška	16
1.3.2.1. Postotna pogreška	16
1.4. Mjerne pogreške	18
1.5. Mjerna nesigurnost	19
Pitanja za ponavljanje	21
Zadatci za ponavljanje i uvježbavanje nastavnih sadržaja	23
2. Mjerne komponente	27
2.1. Spojni vodiči	29
2.1.1. Suosni kabeli	30
2.2. Transformatori u elektronici	32
2.2.1. Niskonaponski transformatori	33
2.2.1.1. Zaštitni transformatori	33
2.2.1.2. Mjerni transformatori	33
2.3. Laboratorijski izvori napona i struje	35
2.3.1. Istosmjerni laboratorijski izvori napona i struje	35
2.3.1.1. Galvanski članci	35
2.3.1.2. Pretvarači	37
2.3.1.3. Poluvodički ispravljači	37
2.3.1.4. Istosmjerni generatori	41
2.3.1.5. Elektronički regulacijski izvori istosmjernih struja i napona	41

2.3.1.6. Kalibratori istosmjernih napona i struja	41
2.3.2. Izmjenični laboratorijski izvori	41
2.3.2.1. Električna mreža	41
2.3.2.2. Izmjenični generatori	41
2.3.2.3. Elektronički izvori izmjeničnih napona i struja	41
2.4. Mjerni otpornici, kondenzatori i svitci	43
2.4.1. Mjerni otpornici	44
2.4.1.1. Žičani otpornici	45
2.4.1.2. Slojni otpornici	46
2.4.1.3. Paralelni otpornici ili shuntovi, predotpornici i kalibracijski otpornici	47
2.4.1.4. Otporničke dekade	49
2.4.1.5. Regulacijski (klizni, promjenjivi) otpornici	50
2.4.2. Mjerni kondenzatori	52
2.4.2.1. Kapacitivne dekade	54
2.4.2.2. Promjenjivi i polupromjenjivi kondenzatori	54
2.4.3. Mjerni svitci	54
2.5. Valni oblici mjernih veličina	56
Pitanja za ponavljanje	58
Zadaci za ponavljanje i uvježbavanje nastavnih sadržaja	60
3. Mjerni instrumenti	63
<hr/>	
3.1. Karakteristične značajke električnih mjernih instrumenata	66
3.1.1. Priključak instrumenata za mjerenje električnih veličina u strujni krug	69
3.1.1.1. Instrumenti za mjerenje jakosti električne struje – ampermetri	70
3.1.1.2. Instrumenti za mjerenje električnog napona – voltmetri	70
3.1.1.3. Instrumenti za mjerenje električnog otpora – omometri	71
3.1.1.4. Instrumenti za mjerenje električne snage – vatmetri	71
3.1.1.5. Priključak frekvenciometra u strujni krug	72
3.2. Analogni mjerni instrumenti s jednodimenzionalnim prikazom mjerne veličine	73
3.2.1. Momenti koji djeluju na pomični dio analognog instrumenta	73
3.2.2. Oznake analognih mjernih instrumenata s jednodimenzionalnim prikazom mjerne veličine	74
3.2.3. Točnost analognih instrumenata s jednodimenzionalnim prikazom mjerne veličine	78
3.2.3.1. Mjerni i pokazni opseg	78
3.2.3.2. Dozvoljene granice pogrešaka analognih instrumenata	79
3.2.4. Očitavanje rezultata s analogne ljestvice	80
3.2.4.1. Osjetljivost i stalnica instrumenta	80
3.2.4.2. Vrste ljestvica analognih instrumenata	82

3.2.5. Instrument sa zakretnim svitkom i permanentnim magnetom	84
3.2.6. Analogni multimetri	86
3.3. Digitalni mjerni instrumenti	90
3.3.1. Točnost digitalnih instrumenata	93
3.4. Digitalni multimetri	96
Pitanja za ponavljanje	100
Zadatci za ponavljanje i uvježbavanje nastavnih sadržaja	102
4. Mjerne metode	107
<hr/>	
4.1. Mjerenje jakosti električne struje	109
4.1.1. Mjerenje istosmjerne struje	109
4.1.2. Mjerenje izmjenične struje	110
4.2. Mjerenje električnog napona	110
4.2.1. Mjerenje istosmjernog napona	111
4.2.2. Mjerenje izmjeničnog napona	112
4.3. Mjerenje djelatne snage	112
4.3.1. Izravno mjerenje djelatne snage	112
4.3.2. Neizravno mjerenje djelatne snage $U-I$ metodom	114
4.4. Mjerenje električnog otpora	115
4.4.1. Izravno mjerenje otpora	115
4.4.2. Neizravno mjerenje otpora $U-I$ metodom	117
4.4.3. Mosne metode mjerenja otpora	118
4.4.3.1. Mjerenje otpora Wheatstoneovim mostom	118
4.4.3.2. Načelo rada Wheatstoneovog mosta	119
4.5. Mjerenje električnog kapaciteta	122
4.5.1. Izravno mjerenje električnog kapaciteta	122
4.5.2. Neizravno mjerenje kapaciteta $U-I$ metodom	124
4.6. Mjerenje induktiviteta svitka bez željezne jezgre	125
4.6.1. Izravno mjerenje induktiviteta RLC -metrom	125
4.6.2. Neizravno mjerenje induktiviteta $U-I$ metodom	125
4.7. Provjera ispravnosti elektroničkih komponenata	127
4.7.1. Provjera ispravnosti kondenzatora	127
4.7.1.1. Provjera ispravnosti kondenzatora mjerenjem djelatnog otpora između njegovih elektroda	127
4.7.1.2. Provjera ispravnosti kondenzatora mjerenjem istosmjernog napona između njegovih elektroda	129
4.7.2. Provjera ispravnosti dioda	129
4.7.2.1. Provjera ispravnosti diode mjerenjem električnog otpora	129
4.7.2.2. Provjera ispravnosti diode mjerenjem napona na njenim stezaljkama	132

4.7.3. Provjera ispravnosti bipolarnih tranzistora	133
Pitanja za ponavljanje	136
Zadatci za ponavljanje i uvježbavanje nastavnih sadržaja	137
5. Osciloskopi	141
<hr/>	
5.1. Zaslon osciloskopa	143
5.1.1. Mjerne sonde	144
5.2. Podjela osciloskopa	145
5.2.1. Podjela analognih osciloskopa	145
5.2.2. Podjela digitalnih osciloskopa	146
5.3. Prednja ploča katodnog osciloskopa	146
5.3.1. Upravljanje sustavom za horizontalni otklon	148
5.3.2. Upravljanje sustavom za vertikalni otklon	151
5.4. Načelo rada osciloskopa	153
5.4.1. Načelo rada analognog osciloskopa	153
5.4.1.1. Katodna cijev	154
5.4.1.2. Sustav za horizontalni otklon	155
5.4.1.3. Sustav za vertikalni otklon	156
5.4.2. Prvo uključivanje katodnog osciloskopa	158
5.4.3. Pogreške pri mjerenju katodnim osciloskopom	159
5.4.4. Načelo rada digitalnog osciloskopa	161
5.4.4.1. Digitalni osciloskopi s pamćenjem (engl. <i>digital storage oscilloscopes</i>)	162
5.4.4.2. Digitalni fosforni osciloskopi (engl. <i>digital phosphor oscilloscopes</i>)	165
5.4.4.3. Digitalni osciloskopi s uzimanjem uzoraka (engl. <i>digital sampling oscilloscopes</i>)	165
5.5. Primjena osciloskopa i primjeri osnovnih mjerenja osciloskopom	167
5.5.1. Mjerenje periodičkih veličina (struje i napona)	167
5.5.2. Promatranje prijelaznih pojava u RL i RC krugovima	171
5.5.2.1. Priključak serijskog RL kruga na stalan napon	172
5.5.2.2. Priključak serijskog RC kruga na stalan napon	174
5.5.3. Mjerenje vremena porasta i vremena pada neperiodičnog signala	176
5.5.3.1. Određivanje vremena porasta signala	176
5.5.3.2. Određivanje vremena pada signala	176
Pitanja za ponavljanje	178
Zadatci za ponavljanje i uvježbavanje nastavnih sadržaja	179
Kazalo pojmova	185
Literatura i mrežni izvori	189