

S A D R Ž A J

	STRANA
I. U V O D	1
1. PREDMET MERENJA	1
2. VRSTA VELIČINA	2
3. JEDINICE	3
4. VELIČINSKE, JEDINIČNE I BROJNE JEDNAČINE.....	4
4.1. VELIČINSKE JEDNAČINE	4
4.2. JEDINIČNE JEDNAČINE	4
4.3. BROJNE JEDNAČINE	6
5. DIMENZIJE I DIMENZIONE JEDNAČINE.....	7
6. SISTEMI JEDINICA	7
6.1. SISTEM CGS	9
6.1.1. ELEKTROMAGNETNI CGS SISTEM	9
6.1.2. ELEKTROSTATIČKI CGS SISTEM	9
6.2. PRAKTIČNI ELEKTRIČNI SISTEM	10
6.3. TEHNIČKI SISTEM JEDINICA	10
6.4. DJORDJIJEV SISTEM (MKSA - SISTEM)	11
6.5. MEDJUNARODNI SISTEM MERNIH JEDINICA	11
6.5.1. OSNOVNE MERNE JEDINICE SI	12
6.5.1.1. Jedinica za dužinu	12
6.5.1.2. Jedinica za masu	12
6.5.1.3. Jedinica za vreme	12
6.5.1.4. Jedinica za jačinu električne struje..	13
6.5.1.5. Jedinica za termodinamičku temperaturu	13
6.5.1.6. Jedinica za svetlosnu jačinu	14
6.5.2. IZVEDENE MERNE JEDINICE SI	14
6.5.2.1. Jedinica za silu	15
6.5.2.2. Jedinica za frekvenciju (učestanost)..	15
6.5.2.3. Jedinica za energiju, rad i količinu toplote	16
6.5.2.4. Jedinica za snagu, energetski fluks i termički fluks	16

6.5.2.5. Jedinica za naelektrisanje (količinu elektriciteta)	17
6.5.2.6. Jedinica za električni napon, elektromo- tornu silu i električni potencijal	18
6.5.2.7. Jedinica za jačinu električnog polja....	18
6.5.2.8. Jedinica za električnu otpornost	18
6.5.2.9. Jedinica za električnu provodnost	18
6.5.2.10. Jedinica za električnu kapacitivnost....	19
6.5.2.11. Jedinica za induktivnost	19
6.5.2.12. Jedinica za magnetnu indukciju	19
6.5.2.13. Jedinica za magnetni fluks	19
6.5.2.14. Jedinica za jačinu magnetnog polja	19
6.5.2.15. Jedinica za entropiju	20
6.5.2.16. Jedinica za masenu količinu toplote (specifičnu toplotu)	20
6.5.2.17. Jedinica za termičku provodnost	20
6.5.2.18. Jedinica za energetska jačinu zračenja..	20
6.5.2.19. Jedinica za luminaciju	20
6.5.2.20. Jedinica za svetlosni fluks (tok)	21
6.5.2.21. Jedinica za osvetljenost	21
6.6. SISTEM MERNIH JEDINICA U SFRJ	21
6.6.1. OSNOVNE MERNE JEDINICE	22
6.6.2. IZVEDENE MERNE JEDINICE.....	22
6.6.3. MERNE JEDINICE VAN SI DOZVOLJENE U SFRJ.....	25
6.6.4. MERNE JEDINICE VAN SI DOZVOLJENE U SFRJ DO KRAJA 1980. G.	27
6.7. MULTIPLI I DELOVI OSNOVNIH JEDINICA	28
7. ETALONI	30
7.1. PRIMARNI ETALONI	30
7.2. SEKUNDARNI ETALONI	30
7.2.1. ETALON OTPORA	30
7.2.2. ETALON NAPONA	32
7.2.2.1. Etalon napona - Vestonov element	32
7.2.2.2. Etalon napona sa Cenerovim diodama.....	34
8. PRIBOR ZA MERENJE	36
8.1. ELEKTRIČNI MERNI OTPORNICI	36

8.1.1. MATERIJAL ZA OTPORNIKE	36
8.1.2. NAČIN NAMOTAVANJA OTPORNE ŽICE	38
8.2. POTENCIOMETRI	40
8.3. DEKADNE KUTIJE OTPORA	41
8.4. MERNI KONDENZATORI	44
8.5. INDUKTIVNICI	46
8.5.1. NAVOJI SA STALNIM SAMOINDUKTIVITETOM	47
8.5.2. STALNI MEDJUSOBNI INDUKTIVITETI	47
8.5.3. PROMENLJIVI MERNI INDUKTIVITETI	47
8.6. KLJUČEVI, MENJAČI, ČEPOVI, PREKIDAČI	48
8.7. PROMENLJIVI (REGULACIONI) TRANSFORMATORI	49
9. IZVORI STRUJE	50
9.1. IZVORI JEDNOSMERNE STRUJE	50
9.2. IZVORI NAIZMENIČNE STRUJE	50
II. RAČUN GREŠAKA	51
1. OPŠTA RAZMATRANJA	51
2. VRSTE GREŠAKA	54
2.1. LIČNE GREŠKE	55
2.2. SISTEMATSKE GREŠKE	55
2.3. SLUČAJNE GREŠKE	56
3. GREŠKE NA REZULTATU KADA JE ON FUNKCIJA PRIBLIŽNO POZNATIH VELIČINA	57
3.1. ZBIR	59
3.2. RAZLIKA	59
3.3. PROIZVOD	60
3.4. KOLIČNIK	61
3.5. STEPEN	62
3.6. KORENOVANJE	62
4. GRAFIČKO I TABLIČNO PRIKAZIVANJE REZULTATA MERENJA	68
III. ELEKTRIČNI MERNI INSTRUMENTI	70
1. KONSTRUKTIVNI DELOVI INSTRUMENTATA	70
1.1. KUTIJA INSTRUMENTA	70

1.2. UNUTRAŠNJI ELEKTROMEHANIČKI DEO INSTRUMENATA	71
1.2.1. KRETNI (POKRETNI) SISTEM	72
1.3. SKALA INSTRUMENTA	80
2. OPŠTI PODACI ELEKTRIČNIH MERNIH INSTRUMENATA	83
2.1. DOMAŠAJ (OPSEG) MERENJA	83
2.2. KONSTANTA INSTRUMENTA	83
2.3. KLASA INSTRUMENTA	83
2.4. GRANICA TAČNOSTI INSTRUMENTA	84
2.5. RELATIVNA GREŠKA POKAZIVANJA INSTRUMENTA	85
2.6. SREDNJA IZMERENA VREDNOST	86
2.7. ISPITNI NAPON	87
2.8. OZNAKE I SIMBOLI KOJI SE PRIMENJUJU NA ŠEMAMA	87
3. ELEKTRIČNI MERNI INSTRUMENTI	91
3.1. INSTRUMENTI SA OBRTNIM KALEMOM	91
3.1.1. PRINCIP RADA	91
3.1.2. ZAŠTITA GALVANOMETARA OD VELIKE STRUJE	98
3.1.2.1. Dodatni (aditivni) otpor	98
3.1.2.2. Otoka (šant)	99
3.1.2.3. Univerzalna otoka (šant). Ejretonov šant	99
3.2. INSTRUMENTI SA OBRTNIM KALEMOM I POLUPROVOD- NIČKIM DIODAMA	104
3.2.1. INSTRUMENT SA OBRTNIM KALEMOM I BAKAR OKSIDNIM ISPRAVLJAČEM	104
3.3. INSTRUMENTI SA UKRŠTENIM KALEMOVIMA	106
3.4. INSTRUMENTI SA OBRTNIM MAGNETOM	108
3.5. INSTRUMENTI SA MEKIM GVOŽDJEM	110
3.5.1. INSTRUMENT SA OKRUGLIM KALEMOM	110
3.5.2. INSTRUMENT SA PLJOSNATIM KALEMOM	112
3.5.3. ASTATIČKI INSTRUMENTI SA MEKIM GVOŽDJEM	113
3.5.4. INSTRUMENT SA MEKIM GVOŽDJEM UPOTREBLJEN KAO VOLTMETAR	114
3.6. ELEKTRODINAMIČKI INSTRUMENTI	119
3.6.1. ELEKTRODINAMIČKI INSTRUMENT BEZ GVOŽDJA	119
3.6.1. Princip rada elektrodinamičkih instrumenata	119

3.6.2. ELEKTRODINAMIČKI INSTRUMENT	121
3.6.3. OKLOPLJENI (FERODINAMIČKI) ELEKTRODINAMIČKI INSTRUMENT	122
3.6.4. ELEKTRODINAMIČKI LOGOMETAR	123
3.7. INDUKCIONI INSTRUMENTI	127
3.8. TERMIČKI INSTRUMENTI	130
3.8.1. DILATAZIONI TERMIČKI INSTRUMENTI	130
3.8.3. INSTRUMENT SA OBRTNIM KALEMOM I TERMOPRETVARAČEM	131
3.9. ELEKTROSTATIČKI INSTRUMENTI	132
3.9.1. KVADRATNI ELEKTROMER	133
3.9.2. VIŠEČELIJNI ELEKTROSTATIČKI VOLTMETAR	133
3.10. VIBRACIONI INSTRUMENTI	134
3.10.1. FREKVENCMETAR SA MEHANIČKOM REZONANSOM	134
3.10.1.1. Nepolarizovani frekvencometar	135
3.10.1.2. Polarizovani frekvencometar sa mehaničkom rezonansom	135
3.10.1.3. Frekvencometar sa jezičcima za niske učestanosti	135
3.10.2. FREKVENCMETAR SA ELEKTRIČNOM REZONANSOM	136
3.11. REGISTRACIONI INSTRUMENTI	137
3.12. OSCIOGRAFI	138
IV. ELEKTRONSKI MERNI UREDJAJI	139
1. MERNI POJAČIVAČI	139
1.1. NEGATIVNA REAKCIJA ILI NEGATIVNA POVRATNA VEZA	140
1.2. NAIZMENIČNI MERNI POJAČIVAČI	143
1.3. JEDNOSMERNI MERNI POJAČIVAČI	144
2. ELEKTRONSKI INSTRUMENTI	144
2.1. ELEKTRONSKI VOLTMETRI SA TRIODOM	145
2.1.1. ZA SLUČAJ ANODNOG USMERAVANJA	145
2.1.2. AKO SE USMERAVANJE UPOTREBI NA REŠETKI	147
3. ELEKTRONSKI OSCIOLOSKOP	148
3.1. KATODNA CEV	149
3.2. OSTALI DELOVI OSCIOLOSKOPA	151

3.3. PRIMENA ELEKTRONSKIH OSCILOSKOPA	151
3.3.1. MERENJE ELEKTRIČNIH VELIČINA	151
3.3.2. POSMATRANJE ODNOSA DVEJU VELIČINA	152
4. DIGITALNI INSTRUMENTI	158
4.1. ELEKTRONSKI BROJAČI	160
4.2. PRETVARANJE ANALOGNIH VELIČINA U DIGITALNE	162
4.2.1. PRETVARANJE JEDNOSMERNOG NAPONA U VREME.....	163
4.2.2. PRETVARANJE NAPONA U FREKVENCIJU	164
4.2.3. STEPENASTI PRETVARAČI	164
4.2.4. PRETVARAČI OTKLONA INSTRUMENTA	166
V. METODE MERENJA	166
1. MERENJE OTPORA	167
1.1. MERENJE OTPORA AMPERMETROM I VOLTMETROM (UI METODA)	167
1.2. VITSTONOV MOST	168
1.3. TOMSONOV DUPLI MOST	169
1.4. MERENJE OTPORA UZEMLJENJA	172
1.4.1. VIHERTOVA METODA	172
1.4.2. BERENDOVA METODA	173
1.5. MERENJE OTPORA IZOLOVANOSTI	174
1.6. PRONALAZENJE MESTA KVARA NA KABLOVSKIM LINIJAMA ..	174
1.6.1. PRONALAZENJE MESTA ODVODA PREMA ZEMLJI, METODOM MERENJA NA OBA KRAJA	175
1.6.2. MUREJEVA METODA	176
1.6.3. METODA AMPERMETRA	177
1.7. MERENJE VRLO VELIKIH OTPORA	178
1.7.1. METODA VOLTMETARA	180
1.7.2. POMOĆU MEGAOMMETRA.....	180
2. MERENJE STRUJE I NAPONA	181
2.1. MERENJE VRLO MALIH JEDNOSMERNIH STRUJA I NAPONA ..	181
2.1.1. METODA MERENJA PADA NAPONA UPOTREBOM ELEKTROMETRA	181
2.1.2. INTEGRALNA METODA	182
2.2. MERENJE VRLO MALIH NAIZMENIČNIH STRUJA I NAPONA ..	182
2.3. VISOKO NAPONSKA MERENJA	182

3. MERENJE SNAGE	183
3.1. MERENJE SNAGE U KOLIMA JEDNOSMERNE STRUJE	183
3.2. MERENJE SNAGE U KOLIMA NAIZMENIČNE STRUJE	185
3.2.1. KOD TERMOGENIH OPTEREĆENJA	185
3.2.2. U SLUČAJU MEŠOVITOG OPTEREĆENJA	185
3.2.3. MERENJE SNAGE POMOĆU TRI AMPERMETRA U KOLU NAIZMENIČNE STRUJE	187
3.2.4. MERENJE SNAGE POMOĆU TRI VOLTMETRA U KOLU NAIZMENIČNE STRUJE.....	188
3.2.5. MERENJE SNAGE KOD VIŠEFAZNIH SISTEMA. BLONDELOVA TEOREMA	189
3.2.5.1. Merenje snage trofaznog sistema kada su faze simetrično opterećene	191
3.2.5.2. Merenje snage trofaznog sistema kada su faze nesimetrično opterećene	192
3.2.5.3. Merenje snage trofaznog sistema pomoću dva vatmetra prema Aronovoj šemi	193
3.2.5.4. Merenje reaktivne snage u trofaznom sistemu	196
3.2.6. MERENJE FAKTORA SNAGE	198
3.2.6.1. Merenje faktora snage ampermetrom, voltmetrom i vatmetrom	198
3.2.6.2. Merenje faktora snage merenjem aktivne i reaktivne snage jednim vatmetrom	199
4. MERENJE ENERGIJE	200
4.1. ELEKTRIČNA BROJILA JEDNOSMERNE STRUJE	200
4.1.1. BROJILO KOLIČINE ELEKTRICITETA (AMPERSATMETAR)	201
4.1.2. BROJILO ELEKTRIČNE ENERGIJE. TOMSONOVO BROJILO.	202
4.2. ELEKTRIČNA BROJILA NAIZMENIČNE STRUJE	204
4.2.1. JEDNOFAZNO INDUKCIONO BROJILO	204
4.2.2. TROFAZNO INDUKCIONO BROJILO	206
4.2.3. SPECIJALNA BROJILA	208
4.2.3.1. Dvotarifno brojilo	208
4.2.3.2. Vršna brojila	208
4.2.3.3. Maksimalna brojila	208
4.2.3.4. Brojilo reaktivne energije	208

5. MERENJE KAPACITETA	209
5.1. MERENJE KAPACITETA BALISTIČKIM GALVANOMETROM	209
5.2. MERENJE KAPACITETA MERENJEM STRUJE I NAPONA	211
5.3. MERENJE KAPACITETA VINOVIM MOSTOM	211
5.4. MERENJE KAPACITETA U REZONANTNOM KOLU	212
6. MERENJE INDUKTIVNOSTI	213
6.1. MERENJE INDUKTIVNOSTI KALEMA BEZ FEROMAGNETNOG JEZGRA MERENJEM STRUJE I NAPONA	213
6.2. MERENJE INDUKTIVNOSTI KALEMA SA FEROMAGNETNIM JEZGROM MERENJEM STRUJE I NAPONA	215
6.3. METODA MERENJA MAKSEL-VINOVIM MOSTOM	216
6.4. MERENJE INDUKTIVNOSTI REZONANTNIM MOSTOM	217
6.5. MERENJE KOEFICIJENTA UZAJAMNE INDUKTIVNOSTI	218
7. MERENJE UČESTANOSTI	219
7.1. MERENJE UČESTANOSTI REZONANTNIM MOSTOM	219
7.2. MERENJE UČESTANOSTI PODEŠENIM REZONANTNIM KOLIMA..	220
VI. MERNI TRANSFORMATORI	221
1. NAPONSKI MERNI TRANSFORMATORI	222
1.1. KLASIFIKACIJA NAPONSKIH MERNIH TRANSFORMATORA PO TAČNOSTI	223
1.2. IZBOR NAPONSKIH MERNIH TRANSFORMATORA	224
1.3. IZOLACIJA NAPONSKIH MERNIH TRANSFORMATORA	225
1.4. OZNAČAVANJE NAPONSKIH MERNIH TRANSFORMATORA	225
1.5. KAPACITIVNI NAPONSKI MERENI TRANSFORMATORI	226
2. STRUJNI MERNI TRANSFORMATORI	226
2.1. IZRADA STRUJNIH MERNIH TRANSFORMATORA	230
2.2. KLASIFIKACIJA STRUJNIH MERNIH TRANSFORMATORA PO TAČNOSTI	231
2.3. OZNAČAVANJE KRAJEVA STRUJNIH MERNIH TRANSFORMATORA	232
2.4. VAŽNO UPOZORENJE KOD UPOTREBE STRUJNIH MERNIH TRANSFORMATORA	232
2.5. OSNOVNE ŠEME VEZA MERNIH TRANSFORMATORA	234
2.5.1. POLUINDIREKTNO MERENJE SNAGE U MONOFAZNOM SISTEMU	234

2.5.2. POLUINDIREKTNO MERENJE SNAGE TROFAZNOG SISTEMA	234
VII. VEŽBE U LABORATORIJI	235
1. OSNOVNA PRAVILA ZA RAD U LABORATORIJI	235
2. VEŽBE	238
2.1. MERENJE OTPORA POMOĆU AMPERMETRA I VOLTMETRA	239
2.2. POREDZENJE OTPORNOSTI PROVODNIKA RAZLIČITIH MATERIJALA	240
2.3. MERENJE OTPORA UZEMLJENJA I SPECIFIČNOG OTPORA ZEMLJIŠTA	241
2.4. MERENJE VRLO VELIKIH OTPORA, VOLTMETROM I MEGAOMMETROM	242
2.5. MERENJE SNAGE U KOLU MONOFAZNE STRUJE METODOM TRI VOLTMETRA	243
2.6. MERENJE SNAGE U KOLU MONOFAZNE STRUJE POMOĆU VATMETRA	244
2.7. MERENJE KAPACITETA	245
2.8. ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA SAMOINDUKCIJE U KOLU NAIZMENIČNE STRUJE	246
LITERATURA	247

Priloga sastavljen prvi programi deo električnih merenja. Električna merenja uveliko poslužuju odgojno-obrazovne i elektrotehničke i doprinose da se tekoni elektriciteta i njihove prireme lakše i pravilno shvate.

Ogledima u industriji utvrđuju se svojstva električnog materijala, pri čemu električna merenja imaju osnovnu ulogu kako na početku tako i u finalnom delu proizvodnje, gde se uvoduju kvalitet izrađenog proizvoda.

U proučavanju i distribuciji električne energije, električna merenja također imaju veliku ulogu kako sa gledišta ispravnosti i bezbednosti rada tako i sa gledišta ekonomičke radne postrojenja. Posebno značajna je uloga električnih merenja i u sistemima za merenje, daljinskog upravljanja, signalizacije, telekomunikacije i dr.

Opšte uzev, kako u oblasti energetike, tako i u