SADRŽAJ

Uvod 9
Istorijat oma 11
1. Rezultati merenja, statistička obrada i prikazivanje 19
1.1. Osnovni pojmovi o greškama merenja 19
1.2. Uzroci grešaka 21
1.2.1. Grube greške 21
1.2.2. Sistematske greške 21
1.2.3. Slučajne greške 22
1.2.4. Greške indirektno merenih veličina 23
1.3. Obrada rezultata merenja 23
1.3.1. Rad sa grupnim vrednostima 25
1.3.2. Raspodela slučajnih grešaka 26
1.3.3. Područje pouzdanosti (statističke sigurnosti) 26
1.3.4. Druge vrste raspodele 28
1.3.5. Merna nesigurnost 29
1.3.6. Odnos granica grešaka i merne nesigurnosti 31
1.4. Prikazivanje rezultata merenja 31
1.5. Primer proračuna merne nesigurnosti 32
2. Otpornost i otpornici 35
2.1. Otpornost kao fizička pojava 35
2.2. Mikrofizika elektriciteta 35
2.3. Provođenje struje u čvrstom telu 38
2.4. Provođenje struje kroz metale 38
2.4.1. Hall-ov efekat 41
2.4.2. Uticaj temperature na otpornost metala 43
2.4.3. Uticaj frekvencije na otpornost provodnika 44
2.5. Otpornost kod metalnih legura 45
2.6. Otpornost poluprovodnika 45
2.7. Otpornost izolatora (dielektrika) 46
2.8. Druge vrste otpornosti 46

2.8.1. Induktivnost 47
2.8.2. Kapacitivnost 47
2.9. Otpornici 48
2.9.1. Karakteristike otpornika 48
2.9.2. Otpornici za merenja visoke tačnosti 54
2.9.3. Redno i paralelno vezivanje otpornika 56
2.9.4. Četvorokrajni otpornik i spoj 57
2.9.5. Hamon-ovi presloživi otpornici 58
2.9.6. Etaloni električne otpornosti 60
3. Merenje električne otpornosti 67
3.1. Opšte o merenju električne otpornosti 67
3.1.1. Ograničavajući faktori - smetnje 67
3.1.2. Karakteristike merenja (instrumenata i metoda) 69
3.2. Metode merenja električne otpornosti 71
3.2.1. Merenje električne otpornosti po definiciji (U/I metoda) 71
3.2.1.1. Naponski spoj 73
3.2.1.2. Strujni spoj 74
3.2.2. Metode poređenja (komparacije) 75
3.2.2.1. Redni spoj 77
3.2.2.2. Paralelni spoj 78
3.2.2.3. Ekonomičnost metoda poređenja 79
3.2.3. Nulte metode 80
3.2.3.1. Wheatstone-ov most 82
3.2.3.2. Thomson-ov (Kelvin-ov) most 86
3.2.4. Potenciometarske metode 90
3.2.4.1. Potenciometar napajan konstantnim naponom (ili strujom) 91
3.2.4.2. Potenciometar sa konstantnim otporom 92
3.2.4.3. Potenciometar na principu strujnog komparatora 92
3.2.4.4. Potenciometar na principu Josephson-ovog efekta 93
3.2.5. Komparatorski mostovi 95
3.2.5.1. Strujni komparatori 95

3.2.5.2. Komparatorski most na bazi komparatora jednosmernih struja 97
3.2.5.3. Metode merenja pomoću komparatorskog mosta 100
3.2.5.4. Kriogeni strujni komparator 101
3.3. Ommetri 104
3.3.1. Principi rada 104
3.3.2. Četvorožično merenje 107
3.3.3. Primena A/D konvertora 108
3.3.4. Savremeni multimetri 110
3.3.1. Merenje velikih otpornosti 112
3.3.2. Merenje u industrijskim uslovima 113
4. Metrološke karakteristike savremenih ommetara 115
4.1. Multimetri i merenje električne otpornosti 115
4.2. Ostali veliki proizvođači merne opreme 117
4.3. Tačnost i rezolucija merenja električne otpornosti 118
5. Rad autora u oblasti merenja el. otpornosti 119
Mikro-ommetar RR980105 119
Komparator malih otpornosti 119
Komparator malih otpornosti sa više mernih opsega 119
Instrument za merenje srednjih i velikih otpornosti 120
Instrument za širok opseg otpornosti 120
Ostali instrumenti za merenje otpornosti 120
5.1. Mikroommetar RR 980105 121
5.1.1. Kontroler 121
5.1.2. Strujno kolo 122
5.1.3. Naponsko kolo 122
5.1.4. Karakteristike instrumenta 125
5.2. Komparator malih otpornosti 127
5.2.1. Greška komparacije 127
5.2.2. Optimizacija merne struje kod komparatora malih otpornosti 128
5.2.3. Identifikacija uzroka greške 131
5.2.4. Princip rada komparatora malih otpornosti 131

5.2.5. Opis elemenata komparatora malih otpornosti 133
5.2.6. Realizovani uređaj – komparator malih otpornosti 147
5.3. A/D konvertor sa 7,5 cifara 151
5.3.1. Princip rada konverzije "višestruki dvojni nagib" 151
5.4. Komparator malih otpornosti sa više mernih opsega 161
5.4.1. Povećanje broja mernih opsega 161
5.5. Komparator srednjih i velikih otpornosti 167
5.6. Komparator otpornosti u širokom opsegu 171
L I T E R A T U R A 173