

**SADRŽAJ**

	Strana
<b>PREDGOVOR</b> .....	1
<b>I. UVOD</b> .....	3
1.1 PREDMET I DEFINICIJA MJERNE TEHNIKE .....	3
1.2 ZADACI MJERENJA .....	7
1.3 PODJELA MJERENJA .....	8
<b>2. METODE I SREDSTVA MJERENJA</b> .....	12
2.1 PODJELA MJERNIH SISTEMA PREMA PRINCIPU MJERENJA .....	13
2.2 PROBLEMI I OGRANIČENJA U MJERENJU .....	13
2.3 STRUKTURA MJERNIH SISTEMA .....	14
<b>3. MJERENJE NEELEKTRIČNIH VELIČINA ELEKTRIČNIM PUTEM</b> .....	15
3.1 MJERNI SISTEM .....	15
3.2 ELEKTROMEHANIČKA ANALOGUA .....	16
3.3 MEHANIČKE ULAZNE KARAKTERISTIKE .....	24
3.3.1 Mehanički histerezis i histerezne pojave u mjernim instrumentima .....	25
3.3.2 Dinamički procesi .....	27
3.3.3 Mjerni sistemi u dinamičkim uslovima .....	28
3.4 MJERNI PRETVARAČI .....	31
3.4.1 Magneto električni mjerni pretvarači .....	33
3.4.1.1 Elektrodinamički mjerni pretvarači .....	33
3.4.1.2 Elektromagnetni mjerni pretvarači .....	37

3.4.2	Piezoelektrični mjerni pretvarači.....	39
3.4.3	Fotoelektrični mjerni pretvarači .....	42
3.4.3.1	Fotoelementi .....	42
3.4.4	Termoelektrični mjerni pretvarači.....	44
3.4.5	Induktivni mjerni pretvarači .....	47
3.4.6	Kapacitivni mjerni pretvarači .....	50
3.4.6.1	Pretvarači sa promjenljivim rastojanjem kondenzatorskih ploča .....	51
3.4.6.2	Kapacitivni pretvarač sa ugaonim preklapanjem.....	54
3.4.6.3	Kapacitivni pretvarač sa promjenom dielektrika.....	55
3.4.7	Otpornički mjerni pretvarači .....	55
3.4.7.1	Opis mjerne trake.....	56
3.4.7.2	Uticaj temperature .....	60
3.4.7.3	Karakteristike i materijal mjerne trake .....	61
3.4.7.4	Ljepila i uslovi rada mjernih traka.....	63
3.4.7.5	Veze između napona i deformacija .....	63
3.4.7.6	Ostali otpornički pretvarači za mjerenje mehaničkih i procesnih veličina .....	65
3.5	<b>PRENOS I REGISTRACIJA MJERENIH VELIČINA .....</b>	<b>69</b>
3.5.1	Prenos mjerenih veličina .....	70
3.5.2	Registrowanje mjerenih veličina .....	71
3.5.2.1	Analogni registracioni uređaji .....	71
3.5.2.2	Digitalno memorisanje podataka .....	74
4.	<b>ANALIZA GREŠAKA MJERENJA .....</b>	<b>75</b>
4.1	SISTEMATSKE GREŠKE.....	76
4.2	SLUČAJNE GREŠKE.....	78
4.3	GRUBE GREŠKE .....	85

## Mjerna tehnika

---

4.3.1	Definisanje grube greške ako je poznata tačnost mjerenja.....	86
4.3.2	Definisanje grube greške ako nije poznata tačnost mjerenja.....	87
5.	<b>OBRADA REZULTATA MJERENJA .....</b>	<b>88</b>
5.1	OBRADA REZULTATA DIREKTNIH MJERENJA .....	88
5.2	OBRADA REZULTATA POSREDNIH MJERENJA .....	90
5.2.1	Metod "Maksimum-minimum".....	90
5.2.2	Statistički metod.....	91
5.3	<b>PRIKAZIVANJE REZULTATA MJERENJA .....</b>	<b>91</b>
6.	<b>KONTROLA I MJERENJE FIZIČKIH VELIČINA.....</b>	<b>93</b>
6.1	<b>MJERENJE SILE.....</b>	<b>93</b>
6.1.1	Elementi i klasifikacija pretvarača za silu.....	94
6.1.2	Elastični članovi .....	96
6.1.3	Proračun i karakteristike tenzometarskih dinamometara.....	98
6.1.4	Elektromagnetni i kapacitivni dinamometri .....	100
6.1.5	<b>KALIBRIRANJE DINAMOMETARA.....</b>	<b>101</b>
6.2	<b>MJERENJE OBRTOG MOMENTA I SNAGE.....</b>	<b>103</b>
6.2.1	Mjerenje obrtnog momenta pomoću mjernih traka.....	103
6.2.2	Mjerenje obrtnog momenta pomoću induktivnih pretvarača.....	106
6.2.3	Mjerenje obrtnog momenta mehaničkim torziometrom sa stroboskopskim indikatorom .....	107
6.2.4	Mjerenje snage pomoću kočnica .....	109
6.2.5	Ostali načini mjerenja obrtnog momenta i snage .....	111
6.3	<b>MJERENJE UGAONE BRZINE I BROJA OBRTAJA .....</b>	<b>111</b>
6.3.1	Mehanički tahometri.....	111
6.3.2	Magnetno-indukcioni tahometar.....	112
6.3.3	Indukcioni tahogeneratori.....	114

6.3.4	Impulsno mjerenje broja obrtaja.....	115
6.3.5	Stroboskopsko mjerenje ugaone brzine.....	116
6.4	<b>MJERENJE I KONTROLA ISTROŠENOSTI DUELOVA</b> .....	117
6.4.1	Ferografija .....	118
6.4.1.1	Indeks intenziteta trošenja .....	118
6.4.1.2	Analiza ferograma .....	119
6.4.2	Kontrola maziva .....	119
6.5	<b>MJERENJE PRITISKA</b> .....	121
6.5.1	Manometri .....	123
6.5.1.1	Hidrostatski manometri.....	123
6.5.1.2	Mehanički manometri.....	125
6.5.1.3	Elektronski manometri .....	126
6.6	<b>MJERENJE BUKE</b> .....	126
6.6.1	Postavke o zvuku.....	126
6.6.2	Izvori buke.....	128
6.6.3	Ciljevi mjerenja buke .....	130
6.6.4	Instrumenti za mjerenje buke .....	132
6.7	<b>MJERENJE VIBRACIJA</b> .....	133
6.7.1	Utjecaj vibracija na mašine i opremu .....	137
6.7.2	Uzroci pojave vibracija.....	138
6.7.2.1	Poromećaj centričnosti (nesasnosni).....	140
6.7.2.2	Vibracije kao posljedica ekscentričnosti .....	141
6.7.2.3	Vibracije kao posljedica neispravnih kugličnih ležajeva.....	142
6.7.2.4	Vibracije kao posljedica neispravnih kliznih ležajeva .....	142
6.7.2.5	Vibracije kao posljedica mehaničke labavosti.....	142
6.7.2.6	Vibracije nastale usljed djelovanja pogonskih kaiševa .....	143
6.7.2.7	Vibracije kao posljedica problema na zupčanicima .....	143
6.7.2.8	Vibracije električnog porijekla .....	143

## Mjerna tehnika

6.7.2.9	Vibracije kao posljedica rezonance	144
6.7.2.10	Vibracije kao posljedica djelovanja aerodinamičkih i hidrauličkih sila	144
6.7.2.11	Vibracije kao posljedica djelovanja naizmjeničnih sila	145
6.7.2.12	Vibracije kao posljedica pulzacija	145
6.7.2.13	Vibracije kao posljedica neuravnoteženosti masa	145
6.7.3	Uravnotežavanje rotirajućih dijelova tehničkih sistema	146
6.7.3.1	Osnovni pojmovi o uravnoteženju	146
6.7.3.2	Statičko uravnotežavanje	148
6.7.3.3	Dinamičko uravnotežavanje	149
6.7.3.4	Analiza sila na rotirajućim tijelima	152
6.7.4	Načini uravnotežavanja	156
6.7.4.1	Mašine za uravnotežavanje	156
6.7.4.2	Uravnoteženje u sopstvenim ležajima	158
6.7.5	Mjerenje vibracija	159
6.7.6	Kriteriji za ocjenu dozvoljenih vibracija mašina i uređaja	164
6.8	<b>DIJAGNOSTIKA KOTRLJAJUĆIH LEŽAJEVA</b>	168
6.8.1	Vizuelna kontrola ležajeva	168
6.8.2	Statička dijagnostika	169
6.8.3	Dinamička dijagnostika	169
6.9	<b>OSTALE METODE MJERENJA I KONTROLE (KBR)</b>	173
6.9.1	Magnetne metode (Fero-fluks)	173
6.9.2	Ultrazvučna kontrola	175
6.9.2.1	Metoda sjenke	179
6.9.2.2	Eho metoda	183
6.9.2.3	Aparatura za mjerenje	185
6.9.3	Radiografska kontrola	186

7.	<b>ODABRANA POGLAVLJA IZ PROIZVODNIH</b>	192
7.1	<b>MJERENJA</b>	192
7.1	<b>OPTIČKI MJERNI UREDAJI</b>	192
7.1.1	Mjerenje dužina pomoću optičkih uređaja	192
7.2	<b>MIKROSKOP</b>	196
7.2.1	Alatni mikroskop	196
7.2.2	Mašina za mjerenje dužina	199
7.2.3	Profil projektor	199
7.3	<b>LASERSKI MJERNI SISTEMI</b>	200
7.3.1	Podjela lasera	202
7.3.2	Primjena lasera u mjerenju	202
7.3.3	Laserski interferometri	203
7.3.4	Holografski mjerni sistemi	205
8.	<b>LITERATURA</b>	207
9.	<b>OSNOVNE JEDINICE SI-SISTEMA</b>	209
9.1	<b>1.1 DEFINICIJE OSNOVNIH JEDINICA</b>	210
10.	<b>IZVEDENE JEDINICE SI-SISTEMA</b>	211
11.	<b>ZAKONSKI DODACI</b>	212
12.	<b>IZNIMNO DOPUŠTENE JEDINICE</b>	213
13.	<b>NORMALNA RASPODJELA</b>	214
14.	<b>STUDENTOVA RASPODJELA</b>	217
15.	<b>NOMOGRAMI</b>	218