

# OBSAH

<b>0</b>	<b>KNIZE .....</b>	<b>10</b>
<b>1.</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
1.1	DEFINICE MĚŘENÍ .....	11
1.2	ZÁKLADNÍ POJMY .....	12
<b>2.</b>	<b>SOUSTAVY JEDNOTEK A ETALONY .....</b>	<b>15</b>
2.1	VZNIK ZÁKLADNÍCH FYZIKÁLNÍCH JEDNOTEK A JEJICH ETALONŮ .....	15
2.2	ETALONY ELEKTRICKÝCH JEDNOTEK .....	16
2.2.1	<i>Neproměnné normály</i> .....	17
2.2.1.1	<i>Normál elektrického proudu</i> .....	17
2.2.1.2	<i>Normály elektrického napětí</i> .....	17
2.2.1.3	<i>Normály elektrického odporu</i> .....	19
2.2.1.3.1	<i>Normály odporu na stejnosměrný proud</i> .....	19
2.2.1.3.2	<i>Normály odporu na střídavý proud</i> .....	21
2.2.1.4	<i>Normály elektrické kapacity</i> .....	22
2.2.1.5	<i>Normály vlastní indukčnosti</i> .....	23
2.2.1.6	<i>Normály vzájemné indukčnosti</i> .....	23
2.2.2	<i>Proměnné normály</i> .....	24
<b>3.</b>	<b>VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ .....</b>	<b>27</b>
3.1	PŘESNOST MĚŘENÍ .....	27
3.2	CHYBY MĚŘENÍ ANALOGOVÝMI MĚŘICÍMI PŘÍSTROJI .....	28
3.2.1	<i>Absolutní a relativní chyba</i> .....	29
3.2.2	<i>Třída přesnosti</i> .....	30
3.2.3	<i>Ověřování měřicích přístrojů</i> .....	33
3.3	CHYBY DIGITÁLNÍCH MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ .....	37
3.4	CHYBY NEPŘÍMÝCH MĚŘENÍ .....	38

<b>4.</b>	<b>ANALOGOVÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....</b>	<b>41</b>
4.1	PRINCIP FUNKCE .....	41
4.2	ROZDĚLENÍ ANALOGOVÝCH MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ .....	42
4.3	UKAZATELE ANALOGOVÝCH MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ .....	43
4.3.1	<i>Ručky</i> .....	43
4.3.2	<i>Světelná stopa</i> .....	45
4.4	TLUMENÍ OTOČNÉHO ÚSTROJÍ .....	45
4.5	ULOŽENÍ OTOČNÉ ČÁSTI MĚŘICÍHO ÚSTROJÍ .....	47
4.6	ARETACE OTOČNÉ ČÁSTI MĚŘICÍHO ÚSTROJÍ .....	48
4.7	ČÍSELNÍK A STUPNICE MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ .....	50
4.8	PROVEDENÍ MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ .....	51
4.9	KONSTANTA A CITLIVOST MĚŘICÍHO PŘÍSTROJE .....	52
4.10	VLASTNÍ SPOTŘEBA MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ .....	54
4.11	PŘETÍŽITELNOST MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ .....	55
4.12	RUŠIVÉ VLIVY PŘI MĚŘENÍ .....	55
4.13	MAGNETOELEKTRICKÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....	56
4.13.1	<i>Princip, konstrukce, použití</i> .....	56
4.13.2	<i>Magnetoelektrické přístroje s usměrňovačem</i> .....	61
4.13.3	<i>Univerzální přístroje</i> .....	63
4.13.4	<i>Magnetoelektrické přístroje s termočlánkem</i> .....	64
4.14	FEROMAGNETICKÉ (ELEKTROMAGNETICKÉ) MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....	65
4.15	ELEKTRODYNAMICKÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....	69
4.16	FERODYNAMICKÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....	73
4.17	INDUKČNÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....	74
4.18	TEPELNÉ PŘÍSTROJE S BIMETALEM .....	77
4.19	ELEKTROSTATICKÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....	78
4.20	REZONANČNÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE .....	79
4.21	MĚŘICÍ PŘÍSTROJE S POMĚROVÝM MĚŘICÍM ÚSTROJÍM .....	80

<b>5.</b>	<b>MĚŘENÍ ELEKTRICKÉHO NAPĚTÍ .....</b>	<b>83</b>
5.1	MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÉHO NAPĚTÍ .....	83
5.2	MĚŘENÍ STŘÍDAVÝCH NAPĚTÍ .....	84
5.3	ZMĚNA ROZSAHU VOLTMETRU .....	85
5.3.1	<i>Předřadník .....</i>	85
5.3.2	<i>Odporový dělič .....</i>	88
5.3.3	<i>Předřadný kondenzátor .....</i>	89
5.3.4	<i>Kapacitní dělič .....</i>	90
5.3.5	<i>Měřicí transformátor napětí .....</i>	90
5.4	VOLTMETRICKÝ PŘEPÍNAČ .....	93
<b>6.</b>	<b>MĚŘENÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU .....</b>	<b>95</b>
6.1	MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU .....	96
6.2	MĚŘENÍ STŘÍDAVÉHO PROUDU .....	96
6.3	ZMĚNA ROZSAHU AMPÉRMETRU .....	97
6.3.1	<i>Bočník .....</i>	97
6.3.2	<i>Přepínání částí proudové cívky .....</i>	101
6.3.3	<i>Změna počtu závitů měřicí cívky .....</i>	103
6.3.4	<i>Měřicí transformátor proudu .....</i>	103
6.3.5	<i>Klešťové ampérmetry .....</i>	108
6.3.6	<i>Hallova sonda .....</i>	108
<b>7.</b>	<b>MĚŘENÍ ELEKTRICKÉHO ODPORU .....</b>	<b>111</b>
7.1	OHMOVA METODA .....	111
7.1.1	<i>Zapojení pro malé odpory .....</i>	112
7.1.2	<i>Zapojení pro velké odpory .....</i>	114
7.1.3	<i>Měření velmi malých odporů .....</i>	115
7.1.4	<i>Měření velmi velkých odporů .....</i>	116
7.2	SROVNÁVACÍ METODA .....	117
7.2.1	<i>Zapojení pro malé odpory .....</i>	117
7.2.2	<i>Zapojení pro velké odpory .....</i>	118
7.3	SUBSTITUČNÍ METODA .....	119

7.4	MĚŘENÍ ODPORU VOLTMETREM .....	120
7.5	OHMMETRY .....	121
7.5.1	<i>Ohmometry s magnetoelektrickým voltmetrem</i> .....	121
7.5.2	<i>Ohmometry s poměrovým měřicím ústrojím</i> .....	123
7.6	MĚŘENÍ IZOLAČNÍHO ODPORU ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ .....	124
7.7	MĚŘENÍ ZEMNÍCH ODPORŮ ZEMNÍČŮ .....	127
7.8	MĚŘENÍ MĚRNÉHO ODPORU PŮDY .....	129
7.9	MŮSTKOVÉ METODY MĚŘENÍ ODPORU .....	130
7.9.1	<i>Wheatstoneův můstek</i> .....	131
7.9.2	<i>Thomsonův můstek</i> .....	133
<b>8.</b>	<b>MĚŘENÍ IMPEDANCÍ .....</b>	<b>135</b>
8.1	MĚŘENÍ IMPEDANCE VOLTMETREM, AMPÉRMETREM A WATTMETREM .....	135
8.2	METODA TŘÍ AMPÉRMETRŮ .....	136
8.3	METODA TŘÍ VOLTMETRŮ .....	138
8.4	OBEČNÝ MŮSTEK .....	140
<b>9.</b>	<b>MĚŘENÍ KAPACITY .....</b>	<b>141</b>
9.1	MĚŘENÍ KAPACITY VOLTMETREM A AMPÉRMETREM .....	142
9.2	ANALOGOVÉ MĚŘIČE KAPACITY .....	143
9.3	MĚŘENÍ KAPACITY KONDENZÁTORU BALISTICKÝM GALVANOMETREM .....	144
9.4	MŮSTKOVÉ METODY MĚŘENÍ KAPACITY .....	145
9.4.1	<i>De Sautyho můstek</i> .....	145
9.4.2	<i>Wienův můstek</i> .....	146
9.4.3	<i>Scheringův můstek</i> .....	147
<b>10.</b>	<b>MĚŘENÍ VLASTNÍ INDUKČNOSTI .....</b>	<b>149</b>
10.1	MĚŘENÍ VLASTNÍ INDUKČNOSTI VOLTMETREM A AMPÉRMETREM .....	150
10.2	MŮSTKOVÉ METODY MĚŘENÍ VLASTNÍ INDUKČNOSTI .....	151
10.2.1	<i>Maxwell-Wienův můstek</i> .....	151

10.2.2	Owenův můstek.....	152
10.3	Q-METR .....	153
<b>11.</b>	<b>MĚŘENÍ VZÁJEMNÉ INDUKČNOSTI CÍVEK .....</b>	<b>155</b>
11.1	MĚŘENÍ VZÁJEMNÉ INDUKČNOSTI CÍVEK VOLTMETREM A AMPÉRMETREM .....	155
11.2	MĚŘENÍ VZÁJEMNÉ INDUKČNOSTI SÉRIOVÝM SPOJENÍM CÍVEK .....	156
11.3	CAMPBELLŮV MŮSTEK .....	157
<b>12.</b>	<b>MĚŘENÍ KMITOČTU .....</b>	<b>159</b>
12.1	VIBRAČNÍ KMITOMĚRY .....	159
12.2	RUČKOVÉ KMITOMĚRY .....	159
12.3	CAMPBELLŮV MŮSTEK .....	160
12.4	PŘÍMÉ ČÍSLICOVÉ MĚŘENÍ KMITOČTU .....	161
<b>13.</b>	<b>MĚŘENÍ FÁZOVÉHO POSUNU .....</b>	<b>163</b>
13.1	MĚŘENÍ FÁZOVÉHO POSUNU POMOCÍ OSCILOSKOPU .....	164
13.2	FÁZOMĚRY .....	166
<b>14.</b>	<b>MĚŘENÍ VÝKONU ELEKTRICKÉHO PROUDU .....</b>	<b>169</b>
14.1	MĚŘENÍ VÝKONU STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU VOLTMETREM A AMPÉRMETREM .....	169
14.2	MĚŘENÍ ČINNÉHO VÝKONU JEDNOFÁZOVÉHO PROUDU .....	173
14.2.1	<i>Měření výkonu a jednofázového střídavého proudu wattmetrem .....</i>	<i>173</i>
14.2.2	<i>Měření výkonu jednofázového proudu s měřicím transformátorem proudu .....</i>	<i>178</i>
14.2.3	<i>Měření výkonu jednofázového proudu s měřicími transformátory proudu a napětí .....</i>	<i>179</i>
14.3	MĚŘENÍ ČINNÉHO VÝKONU V TROJFÁZOVÉ SÍTI .....	179
14.3.1	<i>Základní pojmy .....</i>	<i>179</i>
14.3.2	<i>Měření příkonu trojfázové souměrné zátěže .....</i>	<i>180</i>
14.3.3	<i>Měření příkonu trojfázové nesouměrné zátěže .....</i>	<i>181</i>

14.3.4	Měření výkonu trojfázového proudu s měřicími transformátory proudu .....	186
14.3.5	Měření výkonu trojfázového proudu s měřicími transformátory proudu a napětí .....	187
14.4	MĚŘENÍ JALOVÉHO VÝKONU .....	188
14.5	MĚŘENÍ ZDÁNLIVÉHO VÝKONU .....	190
<b>15.</b>	<b>MĚŘENÍ PRÁCE ELEKTRICKÉHO PROUDU .....</b>	<b>191</b>
15.1	ELEKTROMĚRY PRO STEJNOSMĚRNÝ PROUD .....	192
15.2	ELEKTROMĚRY PRO MĚŘENÍ ČINNÉ PRÁCE .....	192
15.3	ELEKTROMĚRY PRO MĚŘENÍ JALOVÉ PRÁCE .....	198
15.4	KONTROLA ELEKTROMĚRŮ .....	199
<b>16.</b>	<b>GALVANOMETRY .....</b>	<b>203</b>
16.1	KONSTRUKCE GALVANOMETRU .....	203
16.2	VLASTNOSTI GALVANOMETRŮ .....	205
16.3	POUŽITÍ GALVANOMETRŮ .....	208
16.4	CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY GALVANOMETRU .....	208
16.4.1	<i>Doba kmitu netlumeného galvanometru .....</i>	<i>208</i>
16.4.2	<i>Vnitřní a vnější mezní odpor galvanometru .....</i>	<i>209</i>
16.4.3	<i>Konstanty galvanometru .....</i>	<i>210</i>
16.4.3.1	<i>Proudová konstanta .....</i>	<i>210</i>
16.4.3.2	<i>Napěťová konstanta .....</i>	<i>211</i>
16.4.3.3	<i>Balistická konstanta .....</i>	<i>212</i>
16.5	STANOVENÍ CHARAKTERISTICKÝCH HODNOT GALVANOMETRU .....	212
16.5.1	<i>Měření doby kmitu .....</i>	<i>213</i>
16.5.2	<i>Stanovení vnějšího mezního odporu .....</i>	<i>213</i>
16.5.3	<i>Stanovení proudové konstanty .....</i>	<i>213</i>
16.5.4	<i>Stanovení napěťové konstanty .....</i>	<i>215</i>
16.5.5	<i>Stanovení balistické konstanty .....</i>	<i>216</i>
<b>17.</b>	<b>KOMPENZÁTORY .....</b>	<b>217</b>

<b>18.</b>	<b>MAGNETICKÁ MĚŘENÍ .....</b>	<b>221</b>
18.1	ZÁKLADNÍ POJMY .....	221
18.2	PROBLÉMY PŘI MĚŘENÍ MAGNETICKÝCH VELIČIN .....	223
18.3	MAGNETICKÉ PŘEVODNÍKY .....	224
18.3.1	<i>Měřicí cívka .....</i>	<i>224</i>
18.3.2	<i>Rogowskiho potenciometr .....</i>	<i>226</i>
18.3.3	<i>Hallova sonda .....</i>	<i>227</i>
18.3.4	<i>Dvojitá feromagnetická sonda .....</i>	<i>228</i>
18.4	MĚŘENÍ STŘÍDAVÝCH MAGNETICKÝCH POLÍ .....	230
18.5	MĚŘENÍ MAGNETIZAČNÍCH CHARAKTERISTIK FEROMAGNETICKÝCH MATERIÁLŮ .....	231
18.5.1	<i>Měření křivky prvotní magnetizace .....</i>	<i>231</i>
18.5.2	<i>Měření hraniční hysterezní smyčky .....</i>	<i>234</i>
18.6	MĚŘENÍ ZTRÁT V ŽELEZE .....	234
<b>19.</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>237</b>
	<i>Srovnání měřicích soustav elektromechanických přístrojů .....</i>	<i>237</i>
	<i>Značky druhu proudu a počtu měřicích ústrojí .....</i>	<i>238</i>
	<i>Značky pro vyjádření zkoušky elektrické pevnosti .....</i>	<i>238</i>
	<i>Značky polohy stupnice .....</i>	<i>238</i>
	<i>Značky tříd přesnosti .....</i>	<i>238</i>
	<i>Značky pro označení ústrojí přístroje .....</i>	<i>239</i>
	<i>Uspořádání základních měřicích soustav .....</i>	<i>240</i>
	<i>Magnetoelektrická soustava .....</i>	<i>240</i>
	<i>Feromagnetická (elektromagnetická) soustava .....</i>	<i>241</i>
	<i>Elektrodynamická soustava .....</i>	<i>242</i>
	<i>Ferodynamická soustava .....</i>	<i>243</i>
<b>20.</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>244</b>
	Prezentace firmy GM Electronic .....	246
	Prezentace firmy GMC – měřicí technika .....	248
	Knihy nakladatelství BEN – technická literatura .....	250
	Kontaktní adresy na firmu BEN – technická literatura .....	255