

Obsah

1.	Úvod.....	12
1.1.	Základní pojmy	12
1.2.	Elektrizační soustava	16
1.3.	Uspořádání distribuce	17
1.3.1	Principiální řešení elektrických sítí z hlediska uspořádání	17
1.3.2	Řešení soustav různých napětí z hlediska spojení uzlů vinutí transformátorů	20
1.3.3	Rozvoj transformačních vazeb PS/110 kV	21
1.3.3.1	Stanovení minimálního i maximálního počtu a limitní vytíženosti transformátorů v transformační stanici PS/110 kV	21
1.4.	Charakteristiky napětí.....	23
1.4.1	Kmitočet sítě.....	23
1.4.2	Velikost napájecího napětí	24
1.4.2.1	Rychlé změny napětí (flickr).....	24
1.4.2.2	Krátkodobé poklesy a přerušení napětí	24
1.4.2.3	Příčiny poklesů napětí a krátkých přerušení napětí	25
1.4.2.4	Dočasná a přechodná přepětí	25
1.4.3	Harmonická napětí	26
1.4.3.1	Úrovně napětí signálů v napájecím napětí.....	26
1.4.4	Nesymetrie napětí	27
1.4.4.1	Nesymetrie distribučních sítí	27
1.4.4.2	Závislost napěťové nesymetrie na jednofázovém výkonu	28
1.4.4.3	Nesymetrie jednofázové elektrické trakce.....	29
1.5.	Literatura	33
2.	Distribuční síť velmi vysokého napětí.....	35
2.1.	Provozování sítí.....	35
2.2.	Poruchy	35
2.2.1	Zkraty.....	35
2.2.1.1	Příčiny vzniku zkratu	35
2.2.1.2	Nebezpečné děje při zkratu.....	36
2.2.2	Časové průběhy zkratových proudů.....	37
2.2.3	Řešení nesouměrných zkratů.....	39
2.2.4	Metoda souměrných složek.....	40
2.2.5	Odvození rovnic pro jednotlivé druhy zkratů	42
2.2.5.1	Trojfázový souměrný zkrat	43
2.2.5.2	Jednofázový zkrat	44
2.2.5.3	Dvoufázový zkrat.....	46
2.2.5.4	Dvoufázový zemní zkrat	48
2.2.6	Vliv oblouku při zkratu	50
2.2.7	Metoda výpočtu	52
2.2.7.1	Metoda ekvivalentního napěťového zdroje	52
2.2.8	Zjednodušující předpoklady	54
2.2.9	Výpočet maximálního zkratového proudu	55
2.2.10	Výpočet minimálního zkratového proudu	55

2.2.11	Postup výpočtu.....	55
2.2.12	Zkratové impedance elektrických zařízení.....	56
2.2.12.1	Vztahy pro přepočet zkratové impedance.....	56
2.3.	Chránění.....	57
2.4.	Literatura	58
3.	Distribuční sítě vysokého napětí.....	59
3.1.	Sítě s izolovaným uzlem	65
3.1.1.1	Netočivé složky proudu a napětí během zemního spojení v izolované soustavě	71
3.2.	Kompenzované sítě	74
3.2.1	Zhášecí tlumivka a rezonanční křivka	76
3.2.1.1	Ladění zhášecích tlumivek	79
3.2.2	Charakteristika zemního spojení v kompenzovaných sítích	87
3.2.3	Provoz kompenzovaných sítí s automatikou připínání odporníku	91
3.2.4	Netočivé složky proudu a napětí během zemního spojení v kompenzované soustavě.....	94
3.2.5	Lokalizace poruchy v kompenzovaných a izolovaných soustavách	98
3.2.5.1	Statické metody	99
3.2.5.2	Dynamické metody.....	106
3.2.6	Základní prostředky pro lokalizaci poruchy	108
3.2.6.1	Indikace postiženého vývodu	109
3.2.6.2	Lokalizace poruchy.....	110
3.2.7	Způsoby praktického určení kapacitního proudu analyzovaných vn soustav	113
3.2.8	Sítě uzemněné přes odporník	114
3.2.9	Detekce poruch v sítích uzemněných přes odporník	121
3.2.10	Lokalizace poruchy v sítích provozovaných přes odporník.....	123
3.3.	Literatura	124
4.	Distribuční sítě nízkého napětí	126
4.1.	Typy sítí nn.....	126
4.1.1	Sítě paprskové	126
4.1.2	Sítě okružní	126
4.1.3	Zjednodušená mřížová síť.....	126
4.1.4	Klasická mřížová síť	127
4.2.	Výpočtové zatížení sítí nn	130
4.2.1	Výpočtové zatížení pro výrobní provoz, objekt nebo závod jako celek	130
4.2.2	Výpočtové zatížení pro jednu skupinu spotřebičů.....	131
4.2.3	Výpočtové zatížení několika skupin spotřebičů	132
4.2.4	Výpočtové zatížení pro jeden spotřebič	132
4.2.5	Výpočtový proud.....	133
4.2.6	Výpočtové zatížení pro bydlení a občanskou vybavenost	134
4.2.6.1	Výpočtové zatížení pro bytovou zástavbu	134
4.2.6.2	Výpočtové zatížení pro nebytové odběry	135
4.3.	Literatura	135

5.	Prvky distribučních sítí.....	136
5.1.	Vedení	136
5.1.1	Venkovní vedení.....	136
5.1.1.1	Vedení 110 kV	136
5.1.1.2	Vedení vn	136
5.1.1.3	Vedení nn	140
5.1.2	Parametry venkovních vedení vvn a vn	143
5.1.3	Kabelová vedení.....	145
5.1.3.1	Vedení 110 kV	145
5.1.3.2	Vedení 22 kV	145
5.1.3.3	Vedení 400 V	147
5.2.	Transformátory	147
5.2.1	Parametry transformátorů	148
5.2.1.1	Jmenovitý výkon	148
5.2.1.2	Převod transformátoru.....	149
5.2.1.1	Ztráty transformátoru	150
5.2.1.2	Napětí nakrátko	150
5.2.1.3	Proud naprázdno	151
5.2.1.4	Spojení vinutí.....	152
5.2.1.5	Hodinový úhel.....	154
5.2.2	Úbytek napětí na transformátoru.....	154
5.2.3	Stanoviště transformátorů	157
5.2.3.1	Umístění v transformátorových komorách	158
5.2.3.2	Chlazení transformátorů umístěných v komorách.....	158
5.2.3.3	Venkovní transformátory	158
5.2.3.4	Výpočet chlazení transformátoru.....	158
5.3.	Provoz transformátorů.....	160
5.3.1	Krátkodobé přetížení transformátoru	160
5.3.1.1	Paralelní chod transformátorů	161
5.3.2	Stanovení instalovaného výkonu transformovny.....	165
5.4.	Uzemnění	166
5.4.1	Teorie uzemnění	166
5.4.2	Odpor a rozložení povrchového potenciálu typických provedení uzemnění.....	168
5.4.3	Soustavy zemničů	169
5.4.3.1	Vodorovné zemniče.....	169
5.4.3.2	Svislé tyčové zemniče	171
5.4.4	Měření rezistivity půdy.....	173
5.4.5	Měření zemního odporu uzemnění	174
5.4.6	Napětí na uzemňovací soustavě	176
5.4.7	Proudová zatížitelnost zemničů.....	177
5.4.8	Typy zemničů	177
5.4.8.1	Strojený základový zemnič.....	178
5.4.8.2	Strojený zemnič pro vyrovnání potenciálu	178
5.4.9	Mechanická a korozní odolnost.....	179
5.4.10	Uzemnění v distribučních transformovnách	180
5.4.10.1	Oddělená uzemnění	180
5.4.10.2	Spojená uzemnění	181
5.5.	Literatura	183

6.	Přepětí v distribučních sítích	185
6.1.	Klasifikace přepětí jako přechodného děje a podmínky jeho řešení.....	185
6.2.	Spínací přepětí	187
6.2.1	Atmosférická přepětí	190
6.3.	Vlnové pochody na vedeních	191
6.3.1	Jednofázové bezztrátové vedení	191
6.4.	Vlnové šíření výkonu a energie	197
6.5.	Vliv impedančního rozhraní na proudové a napěťové vlny.....	197
6.5.1	Vedení konečné délky zatížené vlnovou impedancí $Z_{v2} = Z_{v1}$	199
6.5.2	Rozhraní venkovní vedení – kabel.....	199
6.5.3	Rozhraní kabel – venkovní vedení.....	201
6.5.4	Vedení konečné délky naprázdno.....	201
6.5.5	Vedení konečné délky nakrátko	202
6.5.6	Odpor napříč	203
6.5.7	Kapacita napříč	204
6.5.8	Kapacita podélně.....	205
6.6.	Bergeronova metoda pro řešení vlnových pochodů na vedení	206
6.6.1	Příklad použití Bergeronovy grafické metody	207
6.7.	Ochrany před přepětím	209
6.7.1	Druhy přepětíových ochran.....	210
6.7.1.1	Ochranná jiskřiště.....	210
6.7.1.2	Vyfukovací bleskojistky	210
6.7.1.3	Svodiče přepětí s nelineárními odpory	210
6.7.1.4	Umístění svodičů přepětí	214
6.8.	Literatura	217
7.	Řízení distribučních sítí.....	218
7.1.	Struktura, dispečerský řád	218
7.1.1	Příprava provozu distribuční soustavy	218
7.1.2	Operativní řízení provozu distribuční soustavy	219
7.1.3	Hodnocení provozu distribuční soustavy	221
7.2.	Systémové a podpůrné služby DS.....	222
7.2.1	Systémové služby DS	222
7.2.2	Podpůrné služby DS.....	222
7.2.3	Stanovení parametrů služby a její certifikace	223
7.2.4	Způsoby měření parametrů služby.....	224
7.3.	Automatizovaný systém dispečerského řízení PDS	224
7.4.	Hromadné dálkové ovládání	225
7.4.1	Využití HDO ze strany PDS	225
7.4.2	Přidělování povelů HDO.....	226
7.5.	Omezování spotřeby v mimořádných situacích	226
7.5.1	Snížení odběru a zajištění regulačního plánu v rámci DS	227
7.5.2	Přerušování dodávky podle vypínacího plánu	228
7.5.3	Stanovení bezpečnostního minima	228
7.6.	Regulace napětí	229
7.6.1	Úbytek napětí v rozvodech k motorickým spotřebičům.....	230
7.6.2	Eliminace odchylek napětí	231
7.6.2.1	Regulace transformátorů 110 kV/vn.....	231

7.6.2.2	Nastavení převodu distribučních transformátorů vn/nn	232
7.6.2.3	Charakteristický (kontrolní) bod.....	233
7.6.2.4	Kompenzace parametrů vedení	235
7.6.2.5	Kompenzace jalového výkonu.....	237
7.7.	Bezpečnost zařízení DS.....	238
7.8.	Bezpečnost elektrických zařízení a činností na elektrických zařízeních	239
7.8.1	Rozdělení činností na elektrických zařízeních a základní pojmy	240
7.8.2	Oprávnění osob (pracovníků) pro činnosti na EZ a elektrotechnická kvalifikace	244
7.8.3	Základní principy provádění činností na elektrických zařízeních	252
7.8.4	Běžné provozní postupy.....	252
7.8.4.1	Provozní činnosti	253
7.8.4.2	Kontroly funkčního stavu	253
7.8.5	Pracovní postupy.....	254
7.8.5.1	Práce bez napětí	255
7.8.5.2	Práce v blízkosti živých částí.....	256
7.8.5.3	Práce pod napětím	257
7.8.6	Příkaz „B“, „B-PPN“	258
7.8.6.1	Podmínky a požadavky pro příkaz „B“	259
7.8.6.2	Podmínky a požadavky pro příkaz „B-PPN“	261
7.9.	Literatura	262