

Sadržaj

1	Podela sklopnih aparata	1
1.1	Podela sklopnih aparata po funkciji	1
1.2	Podela sklopnih aparata po naznačenom naponu	3
1.3	Osnovni delovi sklopnog aparata	3
2	Električni kontakti	5
2.1	Podela kontakata	5
2.2	Fizičko tumačenje kontaktnog otpora	6
2.3	Provlačni otpor tačkastog kontakata	8
2.4	Proračun slojnog otpora kontakata	13
2.5	Kontakt sa više tačaka dodira	16
2.6	Zagrevanje kontakata	18
2.6.1	Zagrevanje homogenog provodnika pri proticanju struje industrijske učestanosti	18
2.6.2	Maksimalna temperatura kontakata	23
2.6.3	Maksimalna temperatura homogenog provodnika u stacionarnom stanju	25
2.6.4	Vremenska promena temperature provodnika	26
2.6.5	Primer	28
2.6.6	Maksimalna temperatura provodnika sa kontaktom	29
2.6.7	Preklopni spoj provodnika	30
2.6.8	Podela kontakata na segmente	32
2.6.9	Maksimalna temperatura provodnika pri kratkom spoju	34

2.6.10	Prenos materijala između kontakata	37
2.7	Kontaktne materijale	40
3	Električni luk	45
3.1	Fizičko tumačenje nastanka električnog luka	45
3.2	Volt-amperske karakteristike luka	50
3.3	Ravnoteža nosilaca naelektrisanja u električnom luku	51
3.3.1	Termička jonizacija u električnom luku	52
3.3.2	Rekombinacija	54
3.3.3	Brzina isčezavanja jona usled difuzije	55
3.4	Temperatura stuba luka	59
3.4.1	Zračenje toplotne energije sa električnog luka	61
3.4.2	Odvodjenje toplotne energije sa električnog luka provodjenjem	61
3.4.3	Odvodjenje toplote sa luka strujanjem	62
3.5	Uspostavljanje dielektričke izdržljivosti	63
3.5.1	Poprečno strujanje fluida	64
3.5.2	Uzdužno strujanje fluida	65
3.6	Gašenje luka u kolima jednosmerne struje	66
3.6.1	Stabilnost gorenja luka u kolu jednosmerne struje	66
3.6.2	Grafo-analitička metoda procene vremena do gašenja luka u kolu jednosmerne struje	70
3.6.3	Jedna metoda za skraćivanje trajanja luka pri prekidanju jednosmerne struje	72
4	Principi rada pojedinih tipova prekidača	77
4.1	Vakuumske prekidače	77
4.2	SF ₆ prekidači	82
4.2.1	Autopneumatske ili "puffer" prekidači	85
4.2.2	Autoekspanzioni prekidači	87
4.2.3	SF ₆ prekidači sa rotacijom luka	90
4.3	Maloljni prekidači	91
4.4	Modularna konstrukcija prekidača	96

4.4.1	Izrada prekidača za različite naponske nivoe od identičnih modula	96
4.4.2	Primena pogonskih mehanizama za prekidače od više elemenata	97
5	Sklopni prenaponi	101
5.1	Podela sklopnih prenapona	101
5.2	Uključenje voda u praznom hodu	102
5.2.1	Model voda sa koncentrisanim parametrima predstavljen ekvivalentnom T šemom	103
5.2.2	Model voda sa raspodeljenim parametrima	110
5.2.3	Numerička metoda proračuna prenapona pri uključenju voda u praznom hodu	114
5.3	Prekidanje kapacitivnih struja	115
5.3.1	Modelovanje isključenja voda u praznom hodu	116
5.4	Isključenje sa brzim automatskim ponovnim uključenjem	123
5.5	Prenaponi nastali manipulacijama sa rastavljačem	128
5.6	Isključivanje malih induktivnih struja	130
5.6.1	Uslovi nastanka sečenja naizmenične struje pre prirodnog prolaska kroz nulu	130
5.6.2	Fizičko tumačenje nastanka sečene struje	133
5.7	Prenaponi pri sečenju struje	136
5.8	Prelazni povratni napon	139
5.9	Proboj između kontakata	142
5.10	Višestruka ponovna paljenja luka	144
5.11	Eskalacija napona pri višestrukim ponovnim probojima	148
5.12	Virtuelno sečenje struje	155
5.13	Specifičnosti isključenja visokonaponskih motora	159
5.14	Pojave pri uključenju	164
6	Prekidanje struja kratkih spojeva	171
6.1	Sabirnički kratak spoj	172
6.1.1	Uticao napona luka na oblik prelaznog povratnog napona	177

6.1.2	Složeniji oblici prelaznog povratnog napona pri sabirničkom kratkom spoju	178
6.2	Blizak kratak spoj	186
6.2.1	Predstavljanje voda raspodeljenim parametrima	192
6.3	Kratak spoj neposredno iza transformatora	204
6.4	Vremenski tok struje kratkog spoja	205
6.5	Kratak spoj u blizini generatora	209
6.6	Isključenje sistema koji su van sinhronizma	211
7	Naprezanja prekidača posle gašenja luka	217
7.1	Ponovna paljenja luka u medjukontaktinom prostoru	217
7.2	Termički proboj	219
7.3	Faktor prvog pola	221
7.4	Granične krive prekidača	223
8	Održavanje sklopnih aparata	227
8.1	Životni vek	227
8.2	Starenje prekidača	234
8.2.1	Uticao medijuma za gašenje luka na električnu trajnost	235
8.2.2	Dielektrična izdržljivost pojedinih medijuma za gašenje luka	240
8.2.3	Uticao medijuma za gašenje luka na mehaničku trajnost	240
8.2.4	Odredjivanje intervala za vremenski planirano održavanje	244
8.2.5	Broj pokretnih delova pojedinih tipova prekidača	245
9	Izbor prekidača	247
9.1	Naznačene karakteristike koje treba dati za prekidače	247
9.2	Pogonski uslovi	252
9.3	Specijalni pogonki uslovi	254
10	Ispitivanje prekidne moći	255
10.1	Podela ispitnih metoda	255
10.2	Direktna ispitivanja	256

10.3	Indirektna ispitivanja	259
10.3.1	Definisanje faktora prvog pola kod jednopolnog ispitivanja	259
10.3.2	Ispitivanje po jedinicama ili prekidnim mestima	260
10.4	Sintetička ispitivanja prekidne moći	262
10.4.1	Metoda injektiranja struje	264
10.4.2	Metoda injektiranja napona	267