

# CUPRINS

<b>Prefață</b> .....	VII
----------------------	-----

## **Capitolul 0. Probleme generale ale echipamentelor electrice**

0.1 Locul, rolul și necesitatea unui aparat de comutație .....	1
0.2 O scurtă clasificare a aparatelor electrice .....	3
0.3 Funcțiile de bază ale aparatelor electrice .....	4
0.4 Principalii parametri (nominali) ai aparatelor electrice .....	5
0.5 Principalele aparate de comutație și protecție .....	8
0.6 Principalele solicitări ale aparatelor și echipamentelor electrice .....	46
0.6.1 Solicitățile electrodinamice .....	46
0.6.2 Solicitățile termice .....	47
0.6.3 Solicitățile electrice (dielectrice) .....	48

## **Capitolul 1. Procese fundamentale de comutație**

1.1 Introducere .....	52
1.2 Scurtcircuitul în rețele electrice .....	57
1.2.1 Scurtcircuitul depărtat de generator .....	58
1.2.2 Scurtcircuitul apropiat de generator .....	63
1.2.3 Mărimi caracteristice ale curentului de scurtcircuit .....	67
1.3 Conectarea bateriei de condensatoare la o sursă de tensiune alternativă .....	72
1.4 Deconectarea circuitelor. Tensiunea tranzitorie de restabilire (TTR) .....	79
1.4.1 TTR pentru un circuit cu parametri concentrați cu o singură frecvență proprie .....	80
1.4.2 Metode de calcul a TTR .....	89
1.4.3 TTR la șuntarea întreruptorului cu o rezistență .....	90
1.4.4 TTR la un circuit cu două frecvențe proprii .....	95
1.4.5 Caracterizarea TTR prin mai mulți parametri .....	97
1.4.6 TTR la rețele cu parametri distribuiți .....	100
1.4.7 Deconectarea scurtcircuitelor apropiate. Defectul kilometric .....	111
1.4.8 Parametrii echivalenți ai rețelelor electrice .....	112
1.4.9 Deconectarea opoziției de fază .....	116
1.4.10 Tensiunea de revenire. Coeficienții de schemă .....	120
1.4.11 Deconectarea sarcinilor mici inductive (transformatoare în gol) .....	124
1.4.12 Deconectarea sarcinilor mici capacitive (linii în gol) .....	132

## **Capitolul 2. Solicitări electrodinamice**

2.1 Introducere .....	138
2.2 Metode de calcul a forțelor electrodinamice .....	138
2.2.1 Metoda forței Laplace .....	138
2.2.2 Metoda energetică .....	140
2.2.3 Metoda integrării tensiunilor maxwelliene .....	144
2.3 Determinarea sensului de orientare al forțelor electrodinamice .....	145
2.4 Forțe electrodinamice între conductoare filiforme .....	146
2.4.1 Forța între două porțiuni de circuite filiforme, rectilinii și coplaare .....	146

2.4.2	Forța între două conductoare paralele de lungimi finite .....	148
2.4.3	Forța între două conductoare paralele de lungimi finite și egale .....	150
2.4.4	Forțe exercitate asupra conductoarelor din vecinătatea pereților feromagnetici	152
2.5	Forțe electrodinamice între conductoare cu secțiune transversală finită.....	157
2.5.1	Forțe între conductoare cu secțiune transversală circulară.....	157
2.5.2	Forța asupra unui conductor cu secțiune circulară în formă de L .....	158
2.5.3	Forțe între două bare cu secțiune transversală dreptunghiulară .....	160
2.5.4	Forța de întindere a unei spire circulare .....	163
2.6	Forța axială exercitată asupra conductoarelor cu secțiune variabilă .....	166
2.7	Forțe electrodinamice în instalații de curent alternativ .....	168
2.7.1	Forțe electrodinamice în instalații monofazate .....	168
2.7.2	Forțe în instalații trifazate la așezarea în linie a conductoarelor .....	170
2.7.3	Forțe în instalații trifazate la așezarea în triunghi a conductoarelor .....	175
2.8	Stabilitatea electrodinamică a echipamentelor electrice. Rezonanța barelor .....	180

### Capitolul 3. Procese termice

3.1	Introducere .....	185
3.2	Transferul de căldură în aparate și echipamente electrice.....	188
3.2.1	Transferul de căldură prin conducție termică.....	188
3.2.2	Transferul de căldură către fluide.....	190
3.2.3	Transferul de căldură prin radiație termică .....	197
3.3	Ecuatia generală a transmiterii căldurii .....	205
3.4	Distribuția spațială a temperaturii în regime staționar .....	210
3.4.1	Încălzirea peretelui plan .....	210
3.4.2	Încălzirea peretelui cilindric.....	219
3.4.3	Încălzirea conductorului cu secțiune circulară.....	223
3.4.4	Încălzirea conductorului izolat .....	226
3.4.5	Încălzirea bobinelor în regim staționar.....	228
3.4.6	Încălzirea barei cu secțiune variabilă .....	238
3.4.7	Modelul barei cu secțiune variabilă la încălzirea bobinelor cu miez de fier.....	245
3.5	Încălzirea și răcirea în timp uniformă a căilor de curent.....	248
3.5.1	Variația în timp a temperaturii la încălzirea în regim permanent .....	248
3.5.2	Supratemperatura maximă a unui conductor la încălzirea în regim permanent	250
3.5.3	Răcirea conductorului la anularea curentului .....	254
3.5.4	Determinarea curentului maxim admis al unei căi de curent .....	249
3.5.5	Dimensionarea unei căi de curent .....	255
3.5.6	Temperatura de regim staționar a unei căi de curent .....	258
3.5.7	Determinarea experimentală a supratemperaturii de regim staționar.....	260
3.6	Încălzirea în regim intermitent a unei căi de curent.....	261
3.7	Încălzirea în regim de scurtcircuit a unei căi de curent.....	264
3.8	Suprasarcini admisibile .....	264
3.9	Pătrunderea (Propagarea) câmpului termic .....	275
3.10	Stabilitatea termică a echipamentelor electrice.....	282
3.10.1	Limite de temperatură .....	283
3.10.2	Profilul de anduranță termică .....	284

### Capitolul 4. Contacte electrice

4.1	Introducere .....	286
-----	-------------------	-----

4.2	Procese fizice în contact .....	287
4.2.1	Suprafața de contact .....	287
4.2.2	Stricțiunea liniilor de curent. Pelicula disturbatoare .....	287
4.3	Rezistența de stricțiune a contactului punctiform .....	290
4.4	Influența forței de apăsare asupra rezistenței de contact.....	291
4.5	Incălzirea contactelor în regim permanent .....	294
4.5.1	Relația între temperatură și căderea de tensiune pe contact.....	295
4.5.2	Relația între forța de apăsare în contact și temperatura punctului de contact ...	298
4.5.3	Variația rezistenței de stricțiune cu temperatura .....	302
4.6	Incălzirea contactelor la scurtcircuit .....	303
4.7	Influența forțelor electrodinamice asupra rezistenței de contact.....	304
4.8	Comportarea contactelor electrice în comutație sub sarcină .....	305
4.8.1	Comportarea contactelor la închidere .....	305
4.8.2	Comportarea contactelor la deschidere. Eroziunea contactelor .....	307
4.9	Materiale pentru contacte .....	312
4.10	Soluții și forme constructive de contacte .....	312
4.11	Dimensionarea preliminară a contactelor.....	317

## **Anexe**

Anexa 1.	Calculul sistemelor de bare trifazate.....	321
Anexa 2.	Pierderile suplimentare în conductoare prin efectele pelicular și de proximitate ..	341

<b>Bibliografie</b> .....	369
---------------------------	-----

