

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....</b>	<b>7</b>
<b>ПЕРЕДМОВА .....</b>	<b>9</b>
<b>1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....</b>	<b>11</b>
1.1. Призначення релейного захисту.....	11
1.2. Вимоги до виконання релейного захисту .....	12
1.3. Призначення та основні характеристики реле .....	15
1.4. Принцип дії та особливості виконання реле .....	16
1.4.1. Електромеханічні реле .....	16
1.4.1.1. Електромагнітні реле.....	17
1.4.1.2. Індукційні реле.....	22
1.4.1.3. Реле опору.....	31
1.4.2. Реле з фільтрами симетричних складових .....	35
1.4.3. Цифрові пристрої релейного захисту.....	41
1.5. Структурно-функціональна схема пристрою релейного захисту.....	52
1.6. Вимоги до функціонування пристроїв релейного захисту.....	54
<b>2. ЗАХИСТ ЗАПОБІЖНИКАМИ.....</b>	<b>59</b>
2.1. Основні характеристики запобіжників .....	59
2.2. Вибір запобіжників.....	61
<b>3. ЗАХИСТ АВТОМАТИЧНИМИ ВИМИКАЧАМИ .....</b>	<b>65</b>
3.1. Основні характеристики автоматичних вимикачів.....	65
3.2. Вибір автоматичних вимикачів .....	71
<b>4. ПЕРВИННІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ СТРУМУ .....</b>	<b>79</b>
4.1. Призначення первинних вимірювальних перетворювачів струму.....	79
4.2. Принцип роботи трансформатора струму .....	81
4.3. Розрахункова схема та векторна діаграма трансформатора струму.....	82
4.4. Режим роботи трансформатора струму .....	83
4.5. Похибка трансформатора струму.....	84
4.6. Умовне та позиційне позначення трансформатора струму.....	86
4.7. Схеми з'єднання обмоток трансформаторів струму.....	87
4.8. Перевірка трансформаторів струму .....	92
4.8.1. Перевірка однополярності виводів первинної та вторинної обмоток трансформаторів струму .....	93
4.8.2. Перевірка коефіцієнтів трансформації трансформаторів струму .....	93
4.8.3. Характеристика намагнічування трансформатора струму.....	94
4.8.4. Перевірка трансформаторів струму на 10% похибку .....	95
4.8.4.1. Перевірка трансформатора струму на 10% похибку за його дійсною вольт-амперною характеристикою .....	96
4.8.4.2. Перевірка трансформатора струму на 10% похибку за паспортними даними.....	98
4.8.4.3. Перевірка трансформатора струму на 10% похибку за кривими граничних кратностей.....	99
4.8.4.4. Способи зменшення похибки трансформаторів струму .....	100

<b>5. ПЕРВИННІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ НАПРУГИ.....</b>	<b>102</b>
5.1. Призначення первинних вимірювальних перетворювачів напруги .....	102
5.2. Електромагнітні трансформатори напруги .....	102
5.2.1. Принцип роботи електромагнітного трансформатора напруги .....	102
5.2.2. Режим роботи трансформатора напруги, похибка трансформатора напруги.....	105
5.2.3. Умовне та позиційне позначення трансформатора напруги .....	106
5.2.4. Схеми з'єднання обмоток трансформаторів напруги .....	107
5.2.5. Організація вторинних кіл трансформаторів напруги.....	109
5.2.6. Перевірка вторинних кіл трансформаторів напруги.....	110
5.3. Конденсаторні трансформатори напруги .....	111
5.4. Особливості режимів трансформаторів напруги в мережах з ізолюваною та компенсованою нейтраллю.....	113
5.5. Особливості режимів трансформаторів напруги в мережах з ефективно заземленою нейтраллю .....	120
<b>6. ДЖЕРЕЛА ОПЕРАТИВНОГО СТРУМУ .....</b>	<b>122</b>
<b>7. ЗАХИСТ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕСИЛАННЯ .....</b>	<b>128</b>
7.1. Пошкодження та особливі режими ліній електропересилання .....	128
7.2. Струмові захисти ліній з одностороннім живленням.....	130
7.2.1. Максимальний струмовий захист.....	130
7.2.2. Струмова відсічка без витримки часу.....	138
7.2.3. Комбінована відсічка за струмом та напругою.....	141
7.2.4. Неселективна струмова відсічка без витримки часу .....	144
7.2.5. Струмова відсічка з витримкою часу.....	145
7.2.6. Схеми струмових захистів .....	147
7.3. Струмові захисти ліній з двостороннім живленням (струмові спрямовані захисти).....	154
7.3.1. Максимальний струмовий спрямований захист .....	155
7.3.2. Особливості вибору часу спрацювання МССЗ в кільцевих мережах .....	158
7.3.3. Вибір струму спрацювання МССЗ.....	160
7.3.4. Спрямовані струмові відсічки .....	161
7.3.5. Принципова схема струмового спрямованого захисту .....	163
7.3.6. Загальна оцінка струмових спрямованих захистів .....	164
7.4. Струмові захисти ліній 110–750 кВ від однофазних к.з. на землю .....	166
7.4.1. Особливості виконання захистів ліній 110–750 кВ від однофазних к.з. на землю.....	166
7.4.2. Розрахунок параметрів спрацювання захистів ліній 110–750 кВ від однофазних к.з. на землю.....	170
7.5. Диференційні струмові захисти .....	174
7.5.1. Призначення та принцип дії диференційних захистів ЛЕП.....	174
7.5.2. Вибір струму спрацювання поздовжнього диференційного захисту ЛЕП.....	176
7.5.3. Чутливість поздовжнього диференційного захисту .....	178
7.5.4. Особливості поздовжнього диференційного захисту ліній.....	178
7.5.5. Загальна оцінка поздовжнього диференційного захисту лінії.....	179
7.5.6. Поперечний диференційний захист ліній.....	180
7.5.7. Загальна оцінка поперечного диференційного захисту лінії .....	181
7.5.8. Поперечний спрямований диференційний захист ліній.....	181
7.5.9. Загальна оцінка спрямованого поперечного диференційного захисту паралельних ліній.....	184

7.6. Дистанційні захисти ліній електропереєсилання .....	186
7.6.1. Призначення, принцип роботи дистанційного захисту .....	186
7.6.2. Основні органи дистанційного захисту .....	192
7.6.3. Характеристики реле опору – вимірних органів дистанційного захисту.....	194
7.6.4. Вибір параметрів спрацювання дистанційних захистів .....	196
7.6.5. Вибір параметрів спрацювання дистанційних захистів фірми SIEMENS .....	205
7.6.6. Вибір параметрів спрацювання дистанційних захистів з лінійно-залежною характеристикою витримок часу .....	209
7.6.7. Пристрої блокування від хитань.....	211
7.6.8. Пристрої блокування за несправностей у колах змінної напруги .....	215
7.6.9. Загальна оцінка дистанційного захисту.....	219
7.7. Високочастотні захисти ліній .....	220
7.7.1. Особливості високочастотних захистів ліній .....	220
7.7.2. Організація високочастотного каналу захисту.....	221
7.7.3. Спрямований захист з високочастотним блокуванням .....	222
7.7.4. Диференційно-фазовий високочастотний захист.....	224
7.7.5. Загальна оцінка високочастотних захистів .....	230
7.8. Захист ліній від однофазних замикань на землю в мережах з ізолюваними або компенсованими нейтраліями.....	231
7.8.1. Особливості режимів мереж з ізолюваними або компенсованими нейтраліями за виникнення однофазних замикань на землю .....	231
7.8.2. Виконання захистів від однофазних замикань на землю в мережах з ізолюваними або компенсованими нейтраліями.....	237
7.9. Вибір захистів ліній електропереєсилання .....	246
<b>8. ЗАХИСТ ТРАНСФОРМАТОРІВ І АВТОТРАНСФОРМАТОРІВ .....</b>	<b>252</b>
8.1. Основні види пошкоджень та особливі режими роботи трансформаторів і автотрансформаторів.....	252
8.2. Захист трансформаторів запобіжниками .....	255
8.3. Струмові захисти трансформаторів від міжфазних к.з.....	256
8.3.1. Струмова відсічка без витримки часу .....	256
8.3.2. Максимальний струмовий захист трансформатора .....	258
8.4. Струмовий захист нульової послідовності від однофазних к.з. на землю на стороні низької напруги трансформатора .....	261
8.5. Диференційний захист трансформаторів та автотрансформаторів .....	264
8.5.1. Призначення та особливості виконання диференційного захисту трансформаторів та автотрансформаторів .....	264
8.5.2. Розрахунок струму спрацювання диференційного захисту трансформаторів .....	272
8.5.3. Способи виконання диференційних захистів трансформаторів та автотрансформаторів .....	273
8.5.4. Диференційний захист трансформатора (автотрансформатора) із застосуванням реле серії РНТ.....	274
8.5.5. Диференційний захист трансформатора (автотрансформатора) із застосуванням реле ДЗТ-11 .....	287
8.5.6. Диференційний захист трансформатора (автотрансформатора) із застосуванням реле серії ДЗТ-20.....	297
8.6. Газовий захист трансформатора (автотрансформатора) .....	315
8.7. Захист трансформаторів та автотрансформаторів від надструмів зовнішніх к.з.....	324
8.8. Захист трансформаторів та автотрансформаторів від перевантажень .....	342
8.9. Цифрові захисти трансформаторів та автотрансформаторів .....	345

<b>9. ЗАХИСТ ГЕНЕРАТОРІВ</b> .....	355
9.1. Види пошкоджень та особливі режими генераторів .....	355
9.2. Поздовжній диференційний захист генератора .....	361
9.3. Поперечний диференційний захист генератора.....	365
9.4. Захист від замикань на землю в обмотці статора генератора .....	368
9.5. Захист генератора від зовнішніх симетричних коротких замикань .....	374
9.6. Захист генератора від несиметричних режимів .....	378
9.7. Захист обмотки статора генератора від симетричних перевантажень.....	380
9.8. Захист обмотки статора генератора від підвищення напруги .....	381
9.9. Захист генератора від замикань на землю в колах збудження .....	382
9.10. Захист обмотки ротора генератора від перевантаження струмом збудження.....	388
9.11. Захист генератора від асинхронного режиму.....	393
<b>10. ЗАХИСТ ДВИГУНІВ</b> .....	396
10.1. Пошкодження та особливі режими двигунів .....	396
10.2. Захист двигунів напругою до 1000 В.....	402
10.2.1. Захист двигунів напругою до 1000 В з застосуванням запобіжників .....	402
10.2.2. Захист двигунів напругою до 1000 В з застосуванням максимальних реле струму .....	404
10.2.3. Захист мінімальної напруги.....	406
10.2.4. Захист двигунів за допомогою автоматичних вимикачів.....	407
10.3. Захист двигунів напругою вище ніж 1000 В .....	410
10.3.1. Захист двигунів струмовою відсічкою від міжфазних к.з.....	410
10.3.2. Диференційний захист двигунів від міжфазних к.з. ....	412
10.3.3. Захист двигунів від однофазних замикань на землю.....	421
10.3.4. Захист двигунів від перевантаження.....	424
10.3.5. Захист мінімальної напруги.....	425
10.4. Захист синхронних двигунів від асинхронного режиму .....	426
<b>11. ЗАХИСТ ШИН</b> .....	429
11.1. Особливості захисту шин.....	429
11.2. Принципи виконання захисту шин .....	430
<b>12. ЗАХИСТ БАТАРЕЙ СТАТИЧНИХ КОНДЕНСАТОРІВ</b> .....	435
<b>13. ПРИСТРІЙ РЕЗЕРВУВАННЯ ВІДМОВИ ВИМИКАЧА</b> .....	440
13.1. Призначення пристрою резервування відмови вимикача .....	440
13.2. Принципи роботи пристроїв резервування відмови вимикачів.....	442
13.3. Вибір часу спрацювання пристрою резервування відмови вимикача.....	445
<b>14. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ СХЕМ ПРИСТРОЇВ РЗА</b> .....	447
14.1. Умовні графічні позначення елементів електричних кіл.....	447
14.2. Умовні позиційні позначення елементів електричних кіл.....	451
14.3. Маркування кіл трансформаторів струму .....	460
14.4. Маркування кіл трансформаторів напруги.....	461
14.5. Маркування шинок управління та сигналізації .....	461
14.6. Рекомендації до читання схем вторинних кіл .....	465
14.7. Методи зменшення впливу дуги на комутуючі контакти .....	466
14.8. Схема вторинних з'єднань трансформатора потужністю 1000 кВА .....	470
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	482
<b>ДОДАТКИ</b> .....	487