

**В. И. БИРЮЛИН
Д. В. КУДЕЛИНА**

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ.....	9
1.1 Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты.....	9
1.2 Электромеханические элементы релейной защиты.....	10
1.2.1 Электромагнитные реле.....	11
1.2.2 Индукционные реле.....	13
1.3 Микроэлектронные реле.....	14
1.4 Цифровые микропроцессорные устройства релейной защиты.....	16
1.5 Достоинства и недостатки микропроцессорных устройств релейной защиты.....	19
2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ИСТОЧНИКИ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА.....	22
2.1 Трансформаторы тока в схемах релейной защиты.....	22
2.2 Схемы соединения трансформаторов тока и токовых реле.....	25
2.3 Трансформаторы напряжения в схемах релейной защиты.....	29
2.4 Источники оперативного тока.....	31
2.4.1 Источники постоянного оперативного тока.....	31
2.4.2 Шкафы постоянного оперативного тока.....	32
2.4.3 Источники переменного выпрямленного тока.....	34
2.4.4 Источники переменного оперативного тока.....	35
3. ТОКОВЫЕ ЗАЩИТЫ.....	36
3.1 Токовая отсечка.....	37
3.2 Токовая отсечка с выдержкой времени.....	41
3.3 Максимальная токовая защита.....	43
3.4 Максимальная токовая защита с пуском по напряжению.....	48
3.5 Токовая ступенчатая защита.....	50
4. ТОКОВЫЕ НАПРАВЛЕННЫЕ ЗАЩИТЫ.....	53
4.1 Применение направленных защит.....	53
4.2 Индукционное реле направления мощности.....	55
4.3 Микроэлектронные реле направления мощности.....	58
4.4 Схемы направленных защит.....	60
4.5 Расчет параметров действия и области применения максимальных токовых направленных защит.....	61
5. ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ И ОДНОФАЗНЫХ КЗ.....	62
5.1 Токовая ступенчатая защита линий 110 кВ и выше от однофазных КЗ.....	62
5.2 Токовая отсечка нулевой последовательности.....	62
5.3 Токовая отсечка нулевой последовательности с выдержкой времени.....	63
5.4 Максимальная токовая защита нулевой последовательности.....	63
5.5 Режимы работы нейтрали в электрических сетях напряжением 6–35 кВ.....	64
5.6 Защиты от однофазных замыканий на землю.....	67

5.6.1 Неселективная защита напряжения нулевой последовательности	67
5.6.2 Токовая защита нулевой последовательности	68
5.6.3 Направленная защита нулевой последовательности	71
6. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ТОКОВЫЕ ЗАЩИТЫ	75
6.1 Продольная дифференциальная токовая защита	75
6.2 Поперечная дифференциальная токовая защита	79
6.3 Поперечная дифференциальная токовая направленная защита	81
6.4 Выбор параметров действия поперечной дифференциальной токовой направленной защиты	84
7. ДИСТАНЦИОННЫЕ ЗАЩИТЫ	87
7.1 Назначение и принцип действия	87
7.2 Измерительные органы дистанционной защиты	88
7.2.1 Основные характеристики реле сопротивления	89
7.2.2 Индукционное реле сопротивления	91
7.2.3 Микроэлектронные реле сопротивления	92
7.2.4 Микропроцессорное устройство «Сириус-3-ЛВ-03»	94
7.3 Схема дистанционной защиты	97
7.4 Выбор параметров действия дистанционной защиты	98
7.5 Оценка дистанционной защиты	100
8. ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРОВ	102
8.1 Аварийные и ненормальные режимы работы генераторов	102
8.2 Защиты генераторов от многофазных коротких замыканий в обмотке статора	103
8.3 Защита генераторов от витковых КЗ	106
8.4 Защита генератора от замыканий на землю	107
8.5 Защита от внешних коротких замыканий и перегрузок	109
8.5.1 Защита от внешних симметричных КЗ	109
8.5.2 Токовая защита обратной последовательности	112
8.5.3 Защита от перегрузки обмотки статора	113
8.6 Защиты от замыкания на цепи возбуждения	114
8.6.1 Защита от замыкания на землю в одной точке цепи возбуждения	114
8.6.2 Защита от замыкания на землю во второй точке цепи возбуждения	115
8.7 Микропроцессорное устройство защиты генераторов «Сириус-3-ГС»	116
9. ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ	123
9.1 Виды защит трансформаторов	123
9.2 Защиты трансформаторов от междуфазных замыканий в обмотках и на выводах	123
9.2.1 Токовая отсечка	124
9.2.2 Продольная дифференциальная защита	124
9.3 Защиты трансформаторов от токов внешних коротких замыканий и от перегрузки	136
9.3.1 Максимальная токовая защита	137
9.3.2 Максимальная токовая защита с пуском по напряжению	138
9.4 Защита от перегрузки	140

9.5 Газовая защита	141
10. ЗАЩИТА СИНХРОННЫХ И АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	142
10.1 Аварийные и ненормальные режимы работы электродвигателей	142
10.2 Защита от междуфазных замыканий	144
10.3 Защита от перегрузок и других ненормальных режимов	146
10.4 Защита минимального напряжения	146
10.5 Особенности защит синхронных двигателей	148
11. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	150
11.1 Устройства автоматического повторного включения, принцип действия	150
11.2 Схемы, расчет параметров действия устройств АПВ	150
11.3 Устройства автоматического включения резерва, принцип действия	153
11.4 Схемы автоматического включения резерва, расчет параметров действия	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	156
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	157