

# Содержание

<b>1. Истоки</b> .....	3
1.1. Реле и лошади .....	3
1.2. От Эрстэда до Генри .....	4
1.3. Профессор рисования С. Морзе .....	12
1.4. Реле Эдисона .....	17
1.5. Первые промышленные реле России .....	19
<b>2. Магнитные системы реле</b> .....	25
2.1. Основные элементы электромагнитного реле .....	25
2.2. Гистерезис и коэрцитивная сила .....	27
2.3. Основные типы магнитных систем .....	28
2.4. Чем отличаются реле переменного тока от реле постоянного тока .....	40
2.5. Некоторые вспомогательные элементы, улучшающие работу реле .....	43
2.6. Что происходит при срабатывании реле .....	46
2.7. Обмотки реле .....	48
<b>3. Контактная система</b> .....	56
3.1. Конструкции основных типов контактов .....	56
3.2. Серебро, золото, платина .....	59
3.3. Контакты с двухступенчатой коммутацией .....	61
3.4. Зачем нужно «контактное нажатие» .....	62
3.5. Контакты, которые сами себя чистят .....	64
3.6. Контакты, которые сами себя регулируют .....	67
3.7. Когда мощность не равна произведению тока на напряжение .....	69
3.8. Раздвоенные... безобрывные... высокочастотные... .....	74
3.9. Компенсация ударов и электродинамических сил в контактах .....	78
3.10. Искра на контактах и борьба с ней .....	83
3.11. Контактные системы большой мощности .....	90
3.12. Ртутные реле .....	100
<b>4. Внешнее оформление реле</b> .....	105
4.1. Влияние внешней среды на реле .....	105
4.2. Дерево и картон — первые защитные оболочки реле .....	107
4.3. Всегда ли герметичное реле лучше открытого? .....	111
4.4. Выводы, контактные колодки, «контейнеры» для реле .....	113
4.5. Индикаторы срабатывания и тестовые кнопки .....	126
4.6. Реле, которые совсем не похожи на реле .....	129

---

<b>5. Герконы и герконовые реле</b> .....	133
5.1. Кто изобрел геркон .....	133
5.2. Фейерверк идей и конструкций .....	138
5.3. Герконы повышенной мощности .....	148
5.4. Мембранные герконы .....	156
5.5. Ртутные герконы .....	159
5.6. Высоковольтные герконы .....	163
5.7. Герконы с жидкостным наполнением .....	165
5.8. Поляризованные и запоминающие герконы .....	166
5.9. Герконовые реле .....	173
5.10. Ртутные герконовые реле .....	182
5.11. Безобмоточные герконовые реле .....	183
<b>6. Высоковольтные реле</b> .....	187
6.1. Что такое «высоковольтное реле» .....	187
6.2. Открытые реле, коммутирующие высокие напряжения .....	187
6.3. Вакуумные и газонаполненные высоковольтные реле малой мощности .....	191
6.4. Мощные вакуумные реле и контакторы .....	198
6.5. Высоковольтные герконовые реле .....	203
6.6. Высоковольтные интерфейсные реле .....	208
<b>7. Электронные реле</b> .....	220
7.1. Изобрел ли Т. Эдисон «лампу Эдисона»? .....	220
7.2. Радиолампа Ли де-Форест: от рождения до наших дней .....	222
7.3. Как работает радиолампа .....	226
7.4. Реле на вакуумных электронных лампах .....	228
7.5. Газонаполненные лампы с релейной характеристикой .....	231
7.6. Мощные ртутные вентили .....	234
7.7. Электронно-лучевые коммутаторы .....	237
7.8. Полупроводниковые реле .....	238
7.9. Оптоэлектронные реле .....	291
7.10. Сверхмощные электронные реле .....	296
7.11. Гибридные реле .....	299
<b>8. Реле времени</b> .....	306
8.1. Электромагнитные реле времени .....	306
8.2. Конденсаторные реле времени .....	311
8.3. Реле с часовым механизмом .....	312
8.4. Пневматические и гидравлические реле времени .....	318
8.5. Электронные реле времени .....	321
8.6. Приставки к обычным электромагнитным реле .....	333
8.7. Ускоренные (форсированные) реле .....	336
<b>9. Тепловые реле</b> .....	339
9.1. Реле на основе биметаллического теплового элемента .....	340
9.2. Защитные тепловые реле .....	344

---

9.3. Автоматические выключатели с тепловым элементом .....	349
9.4. Дилатометрические тепловые реле.....	355
9.5. Манометрические тепловые реле .....	356
9.6. Ртутные термореле .....	358
9.7. Тепловые реле на герконах .....	359
9.8. Полупроводниковые термоэлементы и термореле.....	360
<b>10. Реле тока и напряжения .....</b>	<b>367</b>
10.1. Что такое «защитные реле» .....	367
10.2. Трансформаторы тока и напряжения.....	368
10.3. Реле тока и напряжения мгновенного действия .....	391
10.4. Токовые реле с независимой выдержкой времени .....	418
10.5. Токовые реле с зависимой выдержкой времени .....	431
10.6. Реле с торможением по гармоникам и напряжению.....	451
10.7. Импульсные реле тока.....	456
<b>11. Реле мощности и направления мощности .....</b>	<b>459</b>
11.1. Реле индукционного типа .....	459
11.2. Характеристики реле направления мощности .....	462
11.3. Реле электродинамического типа .....	465
11.4. Электронные аналоги реле направления мощности.....	468
<b>12. Дифференциальные реле.....</b>	<b>476</b>
12.1. Принципы построения дифференциальной защиты .....	476
12.2. Высокоимпедансные дифференциальные реле .....	479
12.3. Дифференциальные реле с элементами смещения .....	487
12.4. Электромагнитное процентно-дифференциальное реле .....	490
12.5. Дифференциальные реле индукционного типа.....	494
12.6. Реле с соединительными проводами (с проводным каналом).....	503
<b>13. Дистанционные реле.....</b>	<b>513</b>
13.1. Принцип действия и основные характеристики дистанционной защиты.....	513
13.2. Качания в системе .....	519
13.3. Принципы построения дистанционных реле .....	522
13.4. Зачем нужна «память» дистанционным реле.....	529
13.5. Дистанционные реле с улучшенными характеристиками .....	531
13.6. Электронные аналоги реле импеданса.....	537
<b>14. Реле частоты.....</b>	<b>545</b>
14.1. Зачем нужно контролировать частоту в энергосистеме .....	545
14.2. Чарльз Штэйнметц (С. Steinmetz) — изобретатель реле частоты .....	546
14.3. Реле частоты индукционного типа .....	547
14.4. Резонансные реле .....	554
14.5. Электронные реле частоты.....	554

<b>15. Микропроцессорные реле: перспективы и проблемы .....</b>	<b>564</b>
15.1. Общая структура и конструктивное исполнение МУРЗ .....	564
15.2. Модули аналоговых входов .....	569
15.3. Модули выходных реле.....	571
15.4. Модули цифровых (логических) входов.....	575
15.5. Модуль центрального процессора.....	580
15.6. Внутренний источник питания .....	598
15.7. Система самодиагностики МУРЗ.....	607
15.8. Немного о будущем .....	613
<b>16. Специальные реле .....</b>	<b>614</b>
16.1. Поляризованные реле .....	614
16.2. Реле с самоблокировкой (с защелкой).....	619
16.3. Реле шагового действия (шаговые искатели) .....	633
16.4. Роторные реле .....	637
16.5. Реле с поворотной катушкой .....	639
16.6. Реле с полупроводниковыми драйверами (усилителями) .....	644
16.7. Магнито-гидро-динамические реле.....	649
16.8. Сигнальные и указательные реле .....	652
16.9. Реле-мигалки .....	656
16.10. Газовые реле .....	660
16.11. Реле безопасности .....	667
16.12. Реле земляной защиты.....	674

*Серия «Компоненты и Технологии»*

**В. И. Гуревич**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕЛЕ**

Устройство, принцип действия  
и применения

НАСТОЛЬНАЯ КНИГА ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Ответственный за выпуск  
**В. Митин**

Верстка и обложка  
**СОЛОН-ПРЕСС**

ООО «СОЛОН-ПРЕСС»  
103050, г. Москва, Дегтярный пер., д. 5, стр. 2  
Формат 70x100/16. Объем 43 п. л. Тираж 1000