

6П2.13
А 19
УДК 621.316.925

Рецензент Г. А. Портнов

Авербух А. М.

А 19 Релейная защита в задачах с решениями и примерами.
Л., «Энергия», 1975.

416 с. с ил.

В книге приведены решения задач и примеры по релейной защите энергосистем. Она предназначена для инженеров и техников, работающих в области эксплуатации и проектирования устройств релейной защиты электрических станций, подстанций и сетей высокого напряжения.

Книга может быть использована в качестве учебного пособия студентами энергетических техникумов и энергетических специальностей высших учебных заведений.

А 30311-564 96-75
051(01)-75

6П2.13

© Издательство «Энергия», 1975

ПРЕДИСЛОВИЕ

В книге автор стремился на решениях задач и примерах, взятых из практики, показать применение основ релейной защиты. Все задачи даны с решениями и пояснениями. Для облегчения поиска необходимого расчета типа защиты в некоторых главах приведен перечень рассмотренных задач и примеров.

В первых двух главах рассмотрены задачи на вычисление сверхпереходных и установившихся токов и напряжений при симметричных и несимметричных коротких замыканиях, а также при однофазных замыканиях на землю. Эти расчеты необходимы для анализа работы устройств релейной защиты, которые действуют при нарушениях нормального режима в энергосистеме (перегрузки, повышения и понижения напряжения, однофазные замыкания на землю в сетях с малым током замыкания на землю и др.) и при коротких замыканиях.

Расчеты токов коротких замыканий выполнены для простых электрических сетей, примыкающих к отдельным узлам энергосистемы. Для таких сетей вычисления выполняются аналитическим методом, ибо применение электронных цифровых вычислительных машин или электрических моделей нецелесообразно.

В других главах рассмотрены задачи по трансформаторам тока, трансформаторам напряжения и по релейной защите электрических сетей, элементов станций и подстанций энергосистем.

52. Федосеев А. М. Релейная защита электрических систем. М.—Л., Госэнергоиздат, 1952. 480 с. с ил.
53. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 5. Защита блоков генератор—трансформатор и генератор—автотрансформатор. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963. 112 с. с ил.
54. Беркович М. А., Семенов В. А. Основы техники и эксплуатации релейной защиты. Изд. 5-е. М., «Энергия», 1971. 584 с. с ил.
55. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 1. Защита генераторов, работающих на сборные шины. М.—Л., Госэнергоиздат, 1961. 68 с. с ил.
56. Электротехнический справочник. Под ред. М. Г. Чиликина. Т. 1, кн. 2. М., «Энергия», 1972, с. 529—880 с ил.
57. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 4. Защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов. М.—Л., Госэнергоиздат, 1962. 120 с. с ил.
58. Указания по проектированию электроснабжения промышленных предприятий, СН 174-67. М., Стройиздат, 1968. 68 с.
59. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 3. Защита шин 6-220 кВ станций и подстанций. М.—Л., Госэнергоиздат, 1961. 72 с. с ил.
60. Бургсдорф В. В. Открытые электрические дуги большой мощности.— «Электричество», 1948, № 10, с. 15—23 с ил.
61. Либерзон Э. М., Королев Е. П. Работа упрощенной схемы дифференциальной защиты трансформаторов.— В кн.: Сборник «Энергосетьпроект», вып. 6. М., «Энергия», 1972, с. 33—44 с ил.
62. Дроздов А. Д., Платонов В. В. Реле дифференциальных защит элементов энергосистем. М., «Энергия», 1968. 112 с. с ил.
63. Шверин Н. Г. Дифференциальная защита блоков генератор—трансформатор с двумя зонами чувствительности.— «Электрические станции», 1966, № 10, с. 68—71 с ил.
64. Шверин Н. Г. Дифференциальная защита резервных трансформаторов.— «Электрические станции», 1967, № 8, с. 87 с ил.
65. Шверин Н. Г. Трех- и четырехзонная дифференциальная защита автотрансформаторов.— «Электрические станции», 1969, № 5, с. 62—65 с ил.
66. Гальперин Г. В. Дифференциальная токовая защита блока генератор—трансформатор с двумя токами срабатывания.— «Электрические станции», 1969, № 11, с. 72—76 с ил.
67. Манилов А. М., Рабинович М. Л. Повышение чувствительности дифференциальной защиты трансформаторов с реакторами на стороне 6—10 кВ.— «Промышленная энергетика», 1971, № 12, с. 44—45 с ил.
68. Байтер И. И. Релейная защита и автоматика питающих элементов собственных нужд тепловых электростанций. М., «Энергия», 1968. 95 с ил.
69. Коваленский И. В. Релейная защита электродвигателей высокого напряжения. М.—Л., Энергия, 1964. 81 с. с ил.
70. Зимин Е. Н. Защита асинхронных электродвигателей напряжением до 500 В. М.—Л., Госэнергоиздат, 1962. 57 с. с ил.
71. Таршин А. С. Применение индуктивных накопителей энергии для повышения включающей способности выключателей высокого напряжения.— «Электричество», 1970, № 9, с. 76—78 с ил.
72. Гельфанд Я. С., Голубев М. Л., Царев М. И. Релейная защита и автоматика на переменном оперативном токе. М., «Энергия», 1973. 280 с. с ил.
73. Голубев М. Л. Расчет уставок релейной защиты и предохранителей в сетях 0,4—35 кВ. М., «Энергия», 1969. 136 с. с ил.
74. Кожин А. Н. Релейная защита линий 3—10 кВ на переменном оперативном токе. М., «Энергия», 1971. 65 с. с ил.
75. Авербух А. М. Расчет защит на переменном оперативном токе с дешунтированием катушек отключения. Применение переменного оперативного тока для релейной защиты. М., ГОСИНТИ, 1963, с. 3—52 с ил.
76. Применение полупроводников в устройствах релейной защиты и системной автоматике. М., «Высшая школа», 1962. 284 с. с ил. Авт.: Н. Н. Вострокнутов и др.

77. Королев Е. П., Либерзон Э. М. Проверка надежности питания оперативных цепей защиты выпрямленным током при несимметричных коротких замыканиях.— «Электрические станции», 1969, № 10, с. 63—66 с ил.
78. Блоки питания типов БПТ-1002 и БПН-1002. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Чебоксарский электроаппаратный завод. Чебоксары, 1970. 11 с. с ил.
79. Либерзон Э. М. Усилительный блок напряжения для питания оперативных цепей автоматики и защиты.— «Электрические станции», 1966, № 3, с. 72—75 с ил.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава первая. Симметричные короткие замыкания в сверхпереходном и установившемся режимах	5
1-1. Именованные и относительные единицы	—
1-2. Начальные сверхпереходные токи трехфазного короткого замыкания при известных параметрах генераторов	10
1-3. Начальные сверхпереходные токи трехфазного короткого замыкания при известных параметрах энергосистемы или мощностях короткого замыкания	20
1-4. Аналитические расчеты установившегося режима трехфазного короткого замыкания	37
Глава вторая. Несимметричные короткие замыкания в сверхпереходном и установившемся режимах	53
2-1. Несимметричные короткие замыкания в сверхпереходном и установившемся режимах в простых схемах с генераторами	—
2-2. Несимметричные короткие замыкания в сверхпереходном режиме на понижающих подстанциях	64
2-3. Короткие замыкания на землю в схемах с воздушными параллельными линиями	90
2-4. Простое замыкание на землю	107
Глава третья. Трансформаторы тока и напряжения в устройствах релейной защиты	112
3-1. Трансформаторы тока в схемах релейной защиты	—
3-2. Трансформаторы напряжения	138
Глава четвертая. Максимальные токовые ненаправленные и направленные защиты линий	153
4-1. Максимальные токовые защиты линий	—
4-2. Максимальные фазные отсекки без выдержки и с выдержкой времени на линиях	176
4-3. Максимальные токовые направленные защиты	191
Глава пятая. Ненаправленные и направленные токовые защиты нулевой последовательности в сетях с большим и малым током замыкания на землю	203
5-1. Ненаправленные и направленные токовые защиты нулевой последовательности в сетях с большим током замыкания на землю	—
5-2. Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю	221

Глава шестая. Дифференциальные защиты линий	224
6-1. Продольная дифференциальная защита линий	—
6-2. Поперечная дифференциальная направленная защита параллельных линий	234
Глава седьмая. Дистанционные защиты линий	242
Глава восьмая. Высокочастотные защиты линий	259
Глава девятая. Защита линий с ответвлениями	268
Глава десятая. Защита генераторов	279
Глава одиннадцатая. Защита трансформаторов и автотрансформаторов	294
11-1. Максимальные токовые защиты с пуском и без пуска по напряжению. Максимальные токовые отсечки	—
11-2. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	335
Глава двенадцатая. Защита блоков генератор—трансформатор (автотрансформатор)	363
12-1. Применяемые типы защит	—
12-2. Задачи	366
Глава тринадцатая. Защита электродвигателей	377
13-1. Электродвигатели высокого напряжения	—
Глава четырнадцатая. Защита шин	384
Глава пятнадцатая. Защита на переменном и выпрямленном оперативном токе	394
15-1. Область применения и источники переменного и выпрямленного оперативного тока	—
15-2. Расчет защит на переменном оперативном токе	395
15-3. Применение комбинированных выпрямительных блоков питания	404
Список литературы	412

АРОН МОИСЕВИЧ АВЕРБУХ

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА В ЗАДАЧАХ С РЕШЕНИЯМИ И ПРИМЕРАМИ

Редактор Н. П. Миронова
Художественный редактор Б. П. Кузнецов
Технический редактор В. И. Ботикова
Корректор И. М. Игощина
Переплет художника Б. П. Кузнецова

Сдано в набор 10/IX 1975 г. Подписано к печати 19/XI 1975 г.
М-24306. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 3.
Печ. л. 26. Уч.-изд. л. 25,85. Тираж 40 000 экз. Заказ № 1840.
Цена 1 р. 43 к.

Ленинградское отделение издательства «Энергия».
192041, Ленинград, Д-41, Марсово поле, 1.

Ленинградская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 196126, Ленинград, Ф-126, Социалистическая ул., 14.