

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ШИН НА ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

Н. В. ЛИСЕЦКИЙ, Ю. А. ЕРШОВ

(Представлена кафедрой электрических систем и сетей)

Существующие дифференциальные защиты сборных шин обладают рядом недостатков, главными из которых являются: 1) малая чувствительность, 2) возможность неселективного действия из-за больших токов небаланса, 3) большое время срабатывания.

В основу предлагаемой защиты положен принцип торможения суммой токов присоединений, разработанный Г. Т. Греком [1]. Защита содержит следующие основные элементы: 1) датчики — ферромагнитные преобразователи тока, 2) реагирующий орган.

Ферромагнитный преобразователь тока (ФПТ) преобразует трехфазную систему токов в однофазную систему напряжений (рис. 1). Три трансформатора, первичные обмотки которых соединены в зигзаг, представляют собой утроитель частоты системы Спинелли [2]. Для работы защиты при однофазных повреждениях в схему добавляется дополнительный однофазный трансформатор, включенный в нулевой провод, который вводит составляющую, пропорциональную току нулевой последовательности.

При трехфазных повреждениях на сборных шинах на выходе ФПТ имеются в основном третьи гармоники напряжений [3]. При двухфазных и однофазных коротких замыканиях ФПТ дает сумму гармоник напряжений, определяющей из которых является гармоника основной частоты [3].

Выравнивание действующих значений токов через реле при различных видах повреждений достигается включением конденсатора C и линейной индуктивности L [4].

Реагирующий орган содержит выпрямительные мосты ВМ-1, ВМ-2, полумост, образованный диодами D_1 и D_2 , и сопротивления R_1 , R_2 , R_3 . В диагональ моста ВМ-1 включена рабочая обмотка поляризованного реле РП-7, а тормозная обмотка обтекается током моста ВМ-2. Для упрощения схемы и создания стабильной характеристики реагирующе-

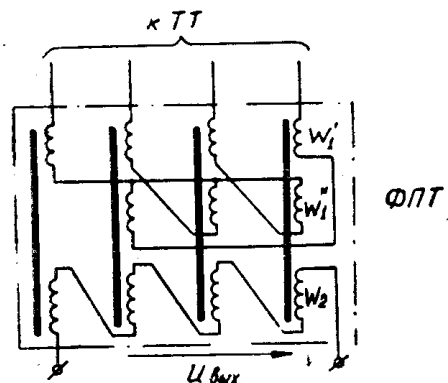


Рис. 1. Схема ферромагнитного преобразователя тока

го органа, не зависящей от токораспределения между отдельными элементами в схеме применены выпрямители одного типа. При внешних повреждениях тормозная обмотка реле обтекается суммой токов отдельных элементов. На рис. 2 показан частный случай токораспределения в цепях защиты при повреждении вне защищаемой зоны.

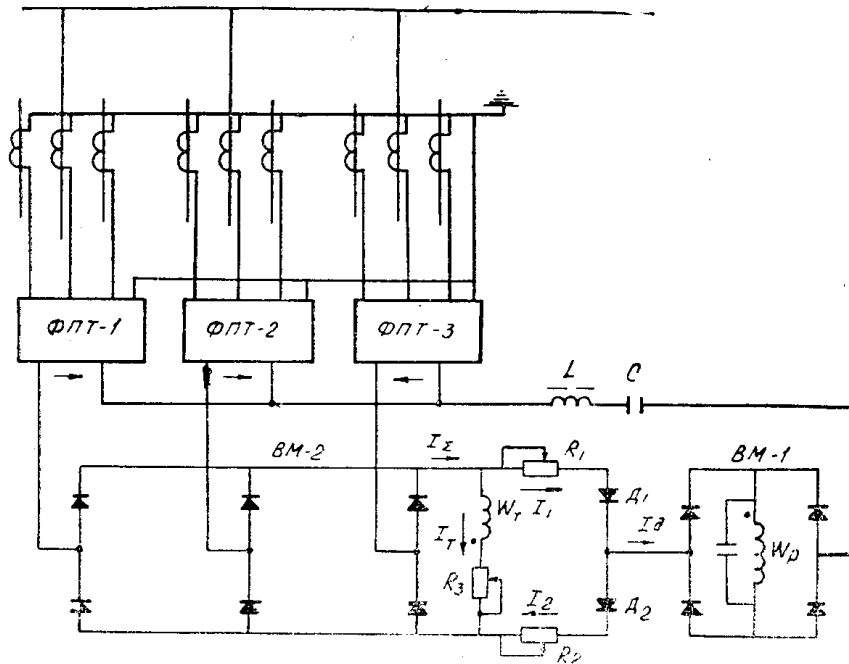


Рис. 2. Принципиальная схема защиты шин

Обозначим ток, протекающий по рабочей обмотке, через I_p и I_Σ — сумму преобразованных токов всех присоединений. В соответствии с указанными на рис. 2 направлениями токов можно записать

$$I_2 = I_1 - I_p;$$

$$I_\Sigma = I_m + I_1;$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_m R_{\text{н.м}} = 0, \text{ где}$$

$R_{\text{н.м}}$ — сопротивление цепи тормозной обмотки с учетом сопротивлений R_3 и R_m .

Решая приведенные выше уравнения относительно тока I_m , получим

$$I_m = \frac{I_\Sigma (R_1 + R_2) - I_p \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_{\text{н.м}}}.$$

Данное уравнение показывает, что реагирующий орган обладает тормозной характеристикой типа

$$I_p = \kappa_m \cdot I_m,$$

изображенной на рис. 3.

Регулировка параметров тормозной характеристики (начальный ток срабатывания и коэффициент торможения) осуществляется плавно сопротивлениями R_1 , R_2 , R_3 .

На рис. 4 (кривые 1 и 2) показаны изменения намагничивающих сил рабочей и тормозной обмоток в зависимости от кратности тока при внешних повреждениях. Кривые 3 и 4 этого рисунка показывают изменения соответствующих намагничивающих сил при замыканиях в зоне защиты. Все указанные зависимости сняты экспериментально.

Предлагаемая защита охватывает присоединения только одной системы шин. При фиксированном распределении присоединений на второй системе сборных шин должен быть предусмотрен второй комплект защиты. Правильное действие защиты обеспечивается только при

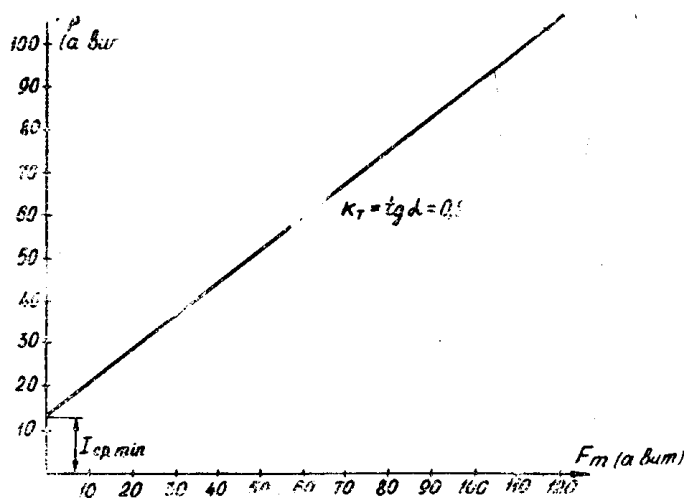


Рис. 3. Тормозная характеристика реагирующего органа

предусмотренной фиксации присоединений. При нарушении фиксации необходимо отключать защиту. Ток срабатывания защиты выбирается

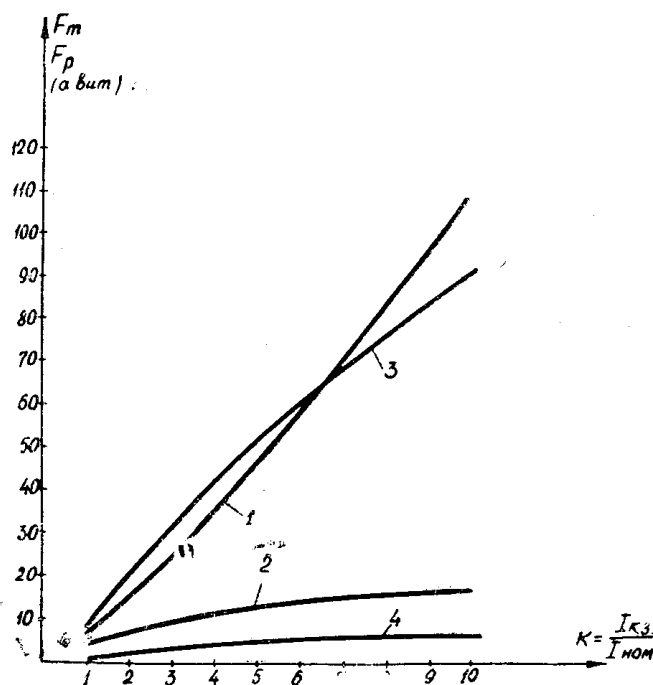


Рис. 4. Характеристики реагирующего органа при повреждениях в зоне и вне зоны защиты

из условия предотвращения срабатывания при обрыве цепи тока ФПТ — одного из наиболее мощных присоединений, когда сумма токов остальных присоединений равна этому току и расчетный тормозной ток равен нулю.

$$I_{с.з} = \kappa_n \frac{I_{\text{нагр. макс}}}{n_T},$$

где κ_n — коэффициент надежности,
 n_T — коэффициент трансформации трансформатора тока.

Выводы

1. Предлагаемая защита дает большую селективность, так как при повреждениях вне зоны получается лучшее торможение, чем у существующих защит. Кроме того, тормозная намагничивающая сила возрастает почти по линейному закону.
2. Защита имеет высокую чувствительность.
3. Схема довольно проста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Т. Грек, С. Я. Петров. Дифференциальная защита шин с торможением. — «Электричество», 1970, № 10.
2. А. М. Бамдас, В. А. Кулинич, С. В. Шапиро. Статические электромагнитные преобразователи частоты и числа фаз. ГЭИ, 1961.
3. Н. В. Лисецкий, В. И. Худугуев, Ю. А. Кулага. Определение гармонического состава функционального преобразователя тока. — Труды Восточно-Сибирского технологического института. Вып. 3, т. 4, Улан-Удэ, 1968.
4. Н. В. Лисецкий, В. И. Худугуев, Ю. А. Кулага. Реле равной чувствительности к различным видам повреждений. — Известия ТПИ, т. 179, изд-во ТГУ, 1968.