

ГИБРИДНОЕ ГЕРКОНО-ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ РЕЛЕ ТОКА С БЛОКИРОВКОЙ ОТ АПЕРИОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И БРОСКОВ ТОКА НАМАГНИЧИВАНИЯ

В. И. Гуревич, к.т.н., Центральная лаборатория электрической компании Израиля

В статье приведено описание гибридного герконо-полупроводникового реле тока с блокировкой от аperiodической составляющей и бросков тока намагничивания. Оно продолжает серию простых гибридных реле защиты, предложенных автором ранее. По его мнению, реле защиты, выполненные на герконах и дискретных полупроводниковых элементах, могут с успехом занять определенную нишу в современной релейной защите.

Используемые сегодня электромеханические реле защиты были разработаны 40-50 лет тому назад, а реле типа RI шведской фирмы ASEA, которое в дальнейшем было практически полностью скопировано конструкторами известного реле РТ-80, – 90 лет тому назад. Далеко не всегда они изготавливались из высококачественных материалов, а механические детали имели требуемую точность размеров, качество же антикоррозионного покрытия металлических деталей часто вообще не выдерживало критики. Да и время эксплуатации данных реле уже давно превысило все нормируемые сроки. В этих условиях совершенно обоснованы и понятны нарекания энергетиков на недопустимое состояние парка релейной защиты.

К сожалению, очевидные конструктивные, технологические и производственные недостатки весьма ограниченной номенклатуры электромеханических реле защиты, выпущенных десятилетиями тому назад в СССР, совершенно неоправданно автоматически переносятся на весь класс электромеханических реле, поэтому можно сделать вывод об их бесперспективности. При этом единственной альтернативой существующему сегодня плачевному положению дел считается скорейший и повсеместный массовый переход на микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ). Вопрос о необоснованности такого вывода уже неоднократно поднимался автором в его многочисленных публикациях на эту тему [1-6].

По мнению автора, в релейной защите по-прежнему существует большое количество достаточно простых задач, решаемых с помощью простых алгоритмов, для которых применение дорогостоящих МУРЗ не только экономически не оправдано, но иногда и просто опасно [7-8]. Для таких случаев предлагается применение защитных реле нового поколения, так называемых гибридных реле, основанных на комбинации герконов и дискретных полупроводниковых элементов. Как показано в [8], на основе этой технологии может быть создан целый спектр различных устройств релейной защиты, включая даже такие относительно сложные, как реле с зависимой выдержкой времени, реле мощности и т.д.

В данной статье приведено описание еще одного реле защиты, реализующего относительно сложную функцию и выполненного на основе новой гибридной технологии, предложенной автором.

Как известно, в первый момент после включения мощного трансформатора на холостом ходу или при малой

нагрузке почти весь ток расходуется на намагничивание железа сердечника. Ток этот однополярный (рис. 1), что приводит к существенному смещению синусоиды потребляемого трансформатором переменного тока относительно нулевого значения в первый момент после его включения. Аналогичное смещение синусоиды вызывает аperiodическая составляющая переходного процесса при коротком замыкании в линии электропередач (рис. 2).

При больших кратностях тока короткого замыкания свое влияние оказывает также и трансформатор тока, существенно искажающий эту, уже смещенную, синусоиду из-за своего насыщения (рис. 3).

Очевидно, что реле защиты (токовое, дифференциальное) не должно срабатывать от повышенного значения тока, вызванного смещением синусоиды. На практике используются различные методы, предотвращающие ложные срабатывания реле: от простой блокировки реле на некоторое постоянное время (время переходного процесса) до выделения с помощью фильтров второй гармоники тока, ее усиления электронным усилителем и формирования тормозного сигнала, загромождающего реле. В МУРЗ используются еще более сложные алгоритмы, выполняющиеся микропроцессором.

В гибридном реле используется иной принцип блокировки реле от аperiodической составляющей и бросков тока намагничивания (рис. 4). Оно состоит из трех

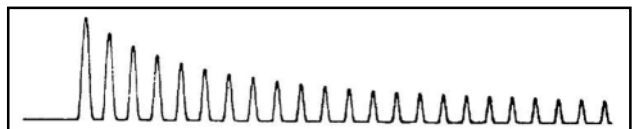


Рис. 1. Постоянная составляющая тока намагничивания при включении мощного трансформатора

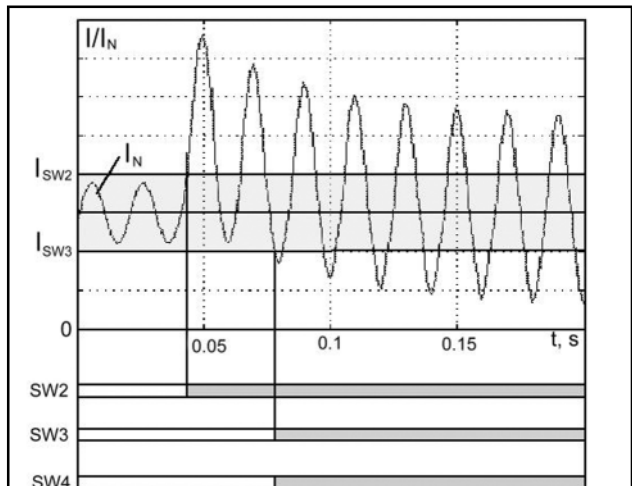


Рис. 2. Смещение синусоиды тока короткого замыкания под действием аperiodической составляющей и временная диаграмма срабатывания герконов в предлагаемом реле. I_N – максимальный рабочий ток линии; I_{SW2} , I_{SW3} – токи срабатывания герконов SW2 и SW3 соответственно

независимых быстродействующих реле тока на герконах: SW1, SW2 и SW3; двухполупериодного выпрямителя VD1 и двух однополупериодных выпрямителей, отдельно для положительной (VD4) и отрицательной (VD5) полуволн; двух трансформаторов тока CT2 (источник входного сигнала) и CT1 (источник питания транзисторов), выполненных из колец, изготовленных из низкочастотного феррита; фильтра на конденсаторе C2 и транзисторе Дарлингтона VT1; двухвходового логического элемента на транзисторах VT2 и VT3, а также выходного коммутирующего узла на основе высоковольтного геркона SW4 и высоковольтного тиристора VS на напряжении 1200В, осуществляющего прямое включение отключающей катушки выключателя СВ.

Работает реле следующим образом. При достижении напряжением на выходе трансформатора тока CT2 некоторого порогового значения, соответствующего максимально допустимому значению номинального тока I_N , геркон SW1 начинает вибрировать с частотой 100 Гц (рис. 2). За счет конденсатора C2 напряжение на базе транзистора VT1, поступающее с геркона SW1, поддерживается постоянным, что приводит к надежному отпираанию. Он включает питание логического элемента на транзисторах VT2

и VT3, переходящего с этого момента в ждущий режим до срабатывания герконов SW2 и SW3. Каждый из них контролирует только одну полуволну тока, выделяемую для каждого геркона диодами VD4 и VD5. Пороги срабатывания обоих герконов выбираются одинаковыми, соответствующими амплитуде установившегося значения тока короткого замыкания (или близкого к нему). В начальный момент развития короткого замыкания, когда положительная и отрицательная полуволны тока имеют различную амплитуду из-за смещения синусоиды тока относительно нулевого значения, срабатывает только один из герконов, а именно тот, который соответствует полярности полуволны, имеющей большее относительно нуля значение.

На рис. 2 – это геркон SW2, соответствующий положительной полуволне смещенной вверх синусоиды. При этом отпирается транзистор VT2, который поддерживается в открытом состоянии при вибрации геркона SW2 за счет конденсатора C4. Геркон SW1 в это время не срабатывает, так как амплитуда отрицательной полуволны смещенной вверх синусоиды еще не достаточна для этого. Выходной геркон SW4 остается разомкнутым. По мере затухания аperiodической составляющей синусоида тока постепенно возвращается к симметричному виду, при этом увеличивается амплитуда ее отрицательной, нижней полуволны (рис. 2). Когда она достигает порога срабатывания геркона SW3, последний начинает вибрировать с частотой 50 Гц и отпирает транзистор VT3. Теперь транзисторы VT2 и VT3 оказываются в проводящем состоянии, что приводит к включению выходного каскада на реле SW4 и тиристоре VS и подаче питания на отключающую катушку выключателя. Устройство снабжено стандартными элементами защиты от перенапряжения VD2 и RU и некоторыми другими вспомогательными элементами. Требования к полупроводниковым элементам и герконам те же, что и другим гибридным реле защиты, описанным ранее в [8]. Настройка реле осуществляется потенциометрами R1, R4 и R5.

Реле на герконах в этом устройстве выполняют функции пороговых органов, узлов гальванической развязки с напряжением изоляции входа от выхода в несколько киловольт, а также фильтров, блокирующих прохождение высокочастотных сигналов помехи.

Как показано в [9], реле на герконах практически нечувствительны к искажениям формы кривой тока, и поэтому это устройство надежно работает в реальных условиях при наличии искажений, обусловленных насыщением трансформатора тока, а также при большом проценте высокочастотных гармоник в токе.

Эти свойства герконов наряду с высоким быстродействием (0,5-0,8 мс) и надежностью (при строгом соблюдении ограничений по коммутируемой мощности, оговоренной в технических требованиях) позволили со-

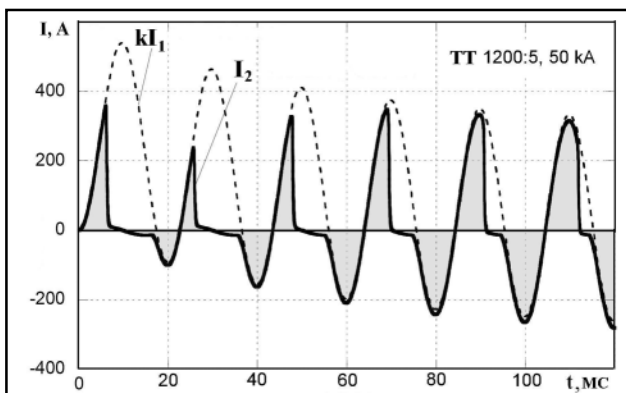


Рис. 3. Искажение синусоиды тока измерительным трансформатором при больших кратностях тока короткого замыкания. I_1 и I_2 – теоретическая и фактическая кривые тока во вторичной обмотке трансформатора тока соответственно

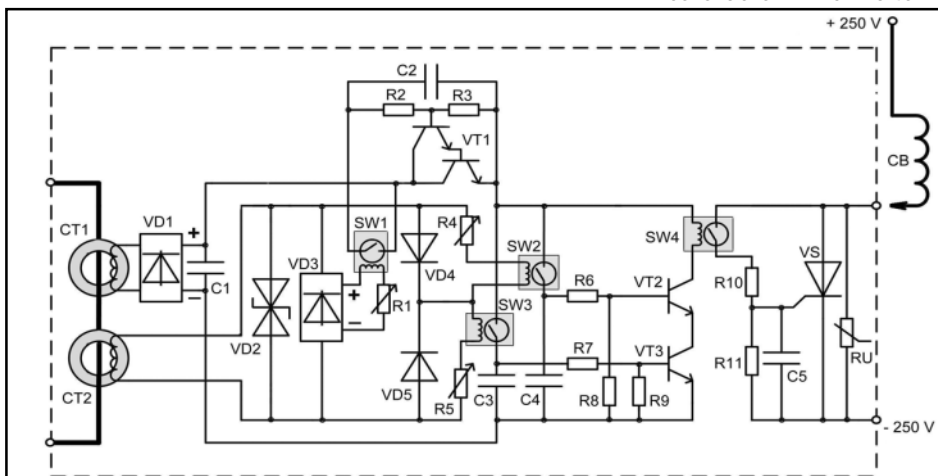


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема гибридного реле защиты с блокировкой от аperiodической составляющей и бросков тока намагничивания



здать очень простое, дешевое и небольшое по размерам реле защиты, не требующее внешнего источника питания, но вместе с тем обеспечивающее реализацию достаточно сложной функции. Возможность создания реле с такой функцией еще раз подтверждает перспективность предлагаемого автором направления развития релейной защиты.

Литература:

1. Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты: новые перспективы или новые проблемы? // Электрические сети и системы. – 2006. – №1. – С. 49-60.
2. Гуревич, В. И. Как не обжечься на микропроцессорных реле защиты // ПРО-электричество. – 2006. – №3/19. – С. 19-20.
3. Гуревич, В. «Ренессанс» электромеханических реле защиты? // Мир техники и технологий. – 2006. – №8(57). – С. 46-50.
4. Гуревич, В. И. Как нам обустроить релейную защиту: мнения российских специалистов и взгляд со стороны // Вести в электроэнергетике. – 2007. – №2. – С. 52-59.
5. Gurevich, V. A Problem of Power Supply of Microprocessor-Based Protective Relays in Emergency Mode // Electricity Today. Transmission & Distribution. – 2006. – Vol. 18. – №8. – P. 32-35.

6. Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты: альтернативный взгляд. // Электро-инфо. – 2006. – №4. – С. 40-46.

7. Гуревич, В. И. Электромагнитная незащищенность – новая реальная опасность XXI века. // Энергетик. – 2006. – №5. – С. 18-20.

8. Gurevich, V. Reliability of Microprocessor-Based Relay Protection Devices – Myths and Reality // Engineer IT, Part I. – 2008. – №5. – Pp. 55-59; Part II. – 2008. – №7. – P. 56-60.

9. Gurevich, V. Hybrid Reed-Solid-State Devices are a New Generation of Protective Relays // Serbian Journal of Electrical Engineering. – 2007. – Vol. 4. – №1. – P. 85-94.

10. Gurevich V. A Simple Very High-Speed Overcurrent Protection Relay. // Electrical Engineering and Electromechanics. – 2007. – №1. – P. 13-16.

Abstract

In article the description of the hybrid reed-solid-state overcurrent protective relay with magnetizing inrush current and offset fault current restraint. The described relay is continuation of a series of simple hybrid protective relays offered by the author earlier. In the author's opinion, the protective relays based on reed switches and discrete solid-state components, can fill certain niche in area of the modern relay protection.

