

2. Айзенфельд, А. И. Определение мест короткого замыкания на линиях с ответвлениями [Текст] / А. И. Айзенфельд, Г. М. Шалыт. 2-е изд. - М. : Энергоатомиздат, 1988. – 202 с.

Научный руководитель: А.Н. Попов, к.т.н., доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий АлтГТУ им. И.И. Ползунова

РЕЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ НЕПРИОРИТЕТНОЙ НАГРУЗКИ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

К.В. Потарский

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Лицей при ТПУ

Реле отключения неприоритетной нагрузки предназначено для временного отключения неприоритетной нагрузки, когда потребление превышает значение выбранного порога отключения. Под нагрузкой можно понимать любое электрическое устройство, сутью которого можно пренебречь и рассматривать лишь как потребитель электрической энергии. Приоритетной нагрузкой является устройство, которое должно быть постоянно включенным, например, электрочайник, фен, пылесос и т.п. Под неприоритетной нагрузкой следует понимать устройство, для которого допускается кратковременное отключение.

Когда текущее потребление тока превышает значение выбранного порога отключения, реле временно отключает неприоритетную нагрузку. Его применение позволяет увеличить количество нагрузок без изменения выделенной мощности, уменьшить потребляемую мощность, предотвратить неудобства, связанные с отключением вводного автоматического выключателя.

На данный момент на рынке существует несколько компаний, производящих подобные устройства. Эксплуатация реле отключения неприоритетной нагрузки CDS 15908/CDS 15913 и их аналогов выявила ряд недостатков:

1. Периодическое с интервалом 5 минут включение и моментальное отключение реле. В определенном режиме работы возникают резонансные явления, ввиду чего потребители вынуждены бороться с периодическим шумом коммутации контакторов (замыкание/размыкание каждые 5 минут).

2. Так же, были отмечены случаи полного обесточивания потребителя из-за выгорания контактов CDS 15908, предназначенных для подключения приоритетной нагрузки.

3. Высокая погрешность установочных токов отключения, а также ограниченный выбор их номиналов.

Целью настоящей работы является разработка устройства отключения неприоритетной нагрузки с микропроцессорным управлением, бесконтактным контролем тока приоритетной нагрузки и индикацией текущего состояния неприоритетной нагрузки.

Поясним ниже причину, из-за которой возникает явление резонанса, на примере одной фазы в устройстве CDS 15913 (или аналогичном устройстве). Допустим в устройстве отключения неприоритетной нагрузки установлен порог отключения 20 А, неприоритетная нагрузка потребляет ток 10 А, а в текущий момент времени ток приоритетного потребителя для рассматриваемой фазы составляет 15 А. В рассматриваемом случае, внутренний алгоритм работы CDS 15908/15913 приводит к возникновению нежелательных кратковременных срабатываний контакторов (которые потребитель слышит как громкие щелчки в электрощитовой, их периодичность составляет 5 мин). Для борьбы с указанным

явлением можно уменьшить или увеличить порог отключения реле, однако и первый, и второй способ нежелателен. Уменьшение порога приводит к снижению потребляемой мощности (в этом случае использование самого устройства отключения нецелесообразно), во втором случае возрастает вероятность отключения вводного автомата.

Если в доме кратковременно используются устройства, потребляющие большой ток, например, фен, электрочайник и т.д., то время работы неприоритетной нагрузки сокращается. Например, если каждые пять минут кратковременно включать мощную приоритетную нагрузку, то неприоритетная нагрузка, никогда не будет коммутироваться (случай безусловно редкий, однако реализуется). Кроме того, для корректной работы реле отключения неприоритетной нагрузки необходимо знать величину коммутируемого тока по цепи неприоритетной нагрузки, так как именно она определяет пороги ее отключения и включения. А если эта нагрузка не постоянна (в одну цепь подключено несколько неприоритетных потребителей), то ситуация только усугубляется.

Исключить вышеописанные недостатки в работе реле можно лишь непрерывным мониторингом текущего значения потребляемого тока (суммарного по фазе). Соответственно условием для отключения неприоритетной нагрузки является превышение текущего тока установленного порога, а подключение неприоритетной нагрузки должно происходить только при значении текущего тока равного или меньше разности установленного порогового значения и тока неприоритетной нагрузки. В случае установки нескольких уровней приоритета нагрузок алгоритм работы еще более усложняется. Реализовать такой алгоритм управления можно только с использованием микроконтроллера.

Допустим, в устройстве отключения неприоритетной нагрузки установлен порог отключения I_1 , а неприоритетная нагрузка потребляет ток I_2 , тогда, включение неприоритетного потребителя произойдет только в случае, если суммарный ток по фазе станет менее $I_1 - I_2$, а как только суммарный ток превысит значение I_1 , неприоритетная нагрузка отключится. В диапазоне токов от $I_1 - I_2$ до I_1 сохраняется текущее состояние реле неприоритетной нагрузки. В случае если неприоритетная нагрузка представляет собой более одного устройства, то они будут отключаться по очереди (в зависимости от приоритета), пока ток не примет допустимое значение. При такой конструкции является необходимым постоянно следить за значением тока.

Измерение тока происходит с помощью линейного датчика Холла SS495, помещенного в воздушный зазор ферритового кольца $K28 \times 16 \times 9$ (см. рис. 1). Датчик Холла надежно закрепляется в зазоре ферритового кольца, а сквозь кольцо пропускается фазный провод. При прохождении по проводу тока, образуется магнитное поле, которое концентрируется в кольце. Таким образом, линии магнитной индукции проходят через датчик Холла, который выдает сигнал напряжения, прямо пропорциональный индукции магнитного поля. Аналогово-цифровой преобразователь измеряет текущее значение силы тока.

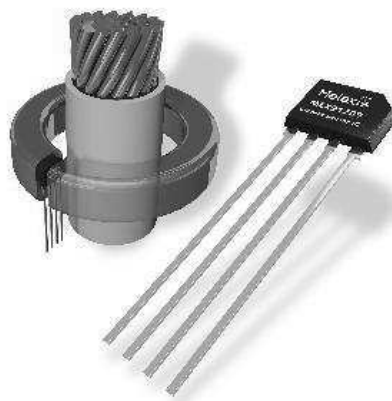


Рис.1. Измерение тока датчиком Холла

Для коммутации используется оптореле и симистор (см. рис. 2). Внутри оптореле находится светодиод и оптосимистор, рассчитанный на небольшой ток. Светодиод ИК светом действует на симистор, коммутируя его. А тот в свою очередь коммутирует большой симистор, рассчитанный уже на более значительные токи (до 16 А).

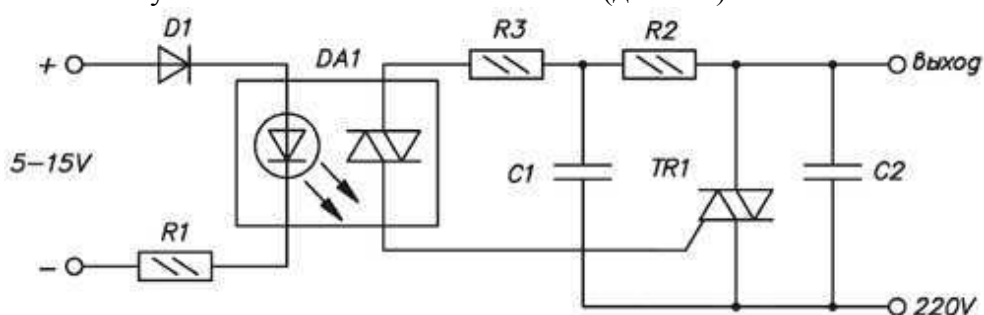


Рис. 2. Силовая коммутационная часть

Разработанное в Томском политехническом университете устройство отключения неприоритетной нагрузки (см. рис. 3) имеет следующие преимущества:

1. Питающий кабель, которым подключена приоритетная нагрузка, гальванически развязан от измерительных цепей и пропускается через устройство, аналогичное по принципу трансформатору тока, что исключает возможность выгорания контактов приоритетной нагрузки. Сечение фазного провода может варьироваться в широком диапазоне и не должно превышать 300мм^2 . Таким образом, сохраняется целостность питающего кабеля.

2. Устройство имеет микропроцессорное управление, LCD-экран, и кнопки выбора порога и очередности отключения каждой из неприоритетных нагрузок. Также имеются светодиодные индикаторы для каждой из 12 нагрузок. Все установленные пользователем настройки хранятся в энергонезависимой памяти микроконтроллера.



Рис. 3. Реле отключения неприоритетной нагрузки в собранном щите автоматики внизу слева (частный дом, пос. Росинка)

3. Устройство предусматривает возможность подключения до 4-х неприоритетных нагрузок на каждую фазу (всего 12 нагрузок). При этом алгоритм работы устройства позволяет отключать и подключать их по отдельности, чтобы суммарный ток не превышал порогового тока отключения. Пользователь самостоятельно устанавливает очередность подключения/отключения нагрузок, т.е. уровень приоритета.

4. На LCD-экране отображается текущее значение потребляемого тока по каждой фазе (0—100.0 А, дискретность 0.5 А). Порог отключения неприоритетных нагрузок устанавливается с дискретностью 1 А.

Результаты работы. Для коммерциализации разработки в декабре 2013 года при Томском политехническом университете было создано ООО «ЭКОЛАН». Первая пробная

поставка разработанных устройств отключения неприоритетной нагрузки была осуществлена в феврале 2014 г. Заказчиком продукции выступала компания ООО «ПСО Инжиниринг» (г. Челябинск). В результате были достигнуты договоренности о постоянных поставках разработанных реле отключения неприоритетных нагрузок в ООО «ПСО Инжиниринг». На сегодняшний день в Томской, Новосибирской и Кемеровской областях уже установлено более 30 устройств отключения неприоритетной нагрузки производства ООО «ЭКОЛАН».

Лиичный вклад в работе.

Участвовал в разработке алгоритма работы реле, а также занимался программированием микроконтроллеров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мобильное устройство адресного управления неприоритетной нагрузкой: пат. 119182 Рос. Федерация N 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. N 23 (II ч.). 3с.

2. Устройство отключения неприоритетных цепей Legrand 03813 URL: http://elmaks.ru/page_23.html (дата обращения 10.10.2014)

3. Реле отключения неприоритетных нагрузок CDS 15913 URL: <http://www.electriline.ru/catalog/SE/zeleo%20control/15913.pdf>(дата обращения 10.10.2014)

ВЫПОЛНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ С ОТВЕТВЛЕНИЯМИ И АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЖИМОВ НА СТОРОНЕ НИЗШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

В.В. Можжухина

Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина

При осуществлении дистанционной защиты (ДЗ) возникают значительные трудности в обеспечении требуемой чувствительности к коротким замыканиям (КЗ) в зоне резервирования: за трансформаторами ответвлений, или на стороне низшего напряжения (НН) автотрансформатора (АТ). Это определяется в первую очередь тем, что на замер сопротивления измерительного органа (ИО) ДЗ влияет подпитка с противоположной стороны защищаемого объекта. Кроме того, измерительный орган сопротивления (ИОС) должен быть отстроен от максимального нагрузочного режима.

Описание алгоритма работы предлагаемой ДЗ

Для повышения чувствительности ДЗ трехконцевого объекта к коротким замыканиям на стороне низшего напряжения трансформатора предлагается выполнить дополнительное реле сопротивления, включаемое на сумму токов двух питающих сторон элемента и напряжение одной из сторон, математически смещенное к точке подключения третьей стороны элемента.

Специальное выполнение дистанционной защиты (ДЗ) предлагается для линий с ответвлениями напряжением 110 – 220 кВ [1], на которых в качестве основной защиты используется продольная дифференциальная токовая защита (ДЗЛ). В каждом из терминалов ДЗЛ (рисунок 1) имеется информация о токе через защиту, токе противоположного конца линии, их сумма, а также напряжение на шинах в месте установки защиты (\dot{I}_1 , \dot{I}_2 , $(\dot{I}_1 + \dot{I}_2)$ и $\dot{U}_{ш}$).

Дополнительной ИОС включается на напряжение на шинах подстанции в месте установки защиты, компенсированное падением напряжения на сопротивлении участка