

УДК 621.311.16.004.18

КАК МОЖНО ПОВЫСИТЬ НАДЕЖНОСТЬ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

В. Д. ЕЛКИН

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого»,
Республика Беларусь*

Т. В. ЕЛКИНА

*Учреждение образования «Гомельский государственный
политехнический колледж», Республика Беларусь*

Введение

Устройства защитного отключения (УЗО) представляют собой электрические аппараты, наиболее эффективно осуществляющие защиту людей от поражения электрическим током. Они включаются дополнительно в цепь однофазных и трехфазных электроприемников, не имеют собственного потребления электроэнергии и обеспечивают высокое быстродействие.

На основании стандарта ГОСТ 30331.3–95 (МЭК 364-4-41–92) «Электроустановки зданий», часть 4 «Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током» следует применять в электроустановках зданий и сооружений, включая жилые и общественные здания, УЗО в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током в случае прямого прикосновения к токоведущим частям, либо металлическим корпусам электроустановок, оказавшихся под потенциалом относительно «земли».

В системе заземления электрооборудования TN время автоматического отключения питания (срабатывания УЗО) не должно превышать значений [1]:

- при напряжении 220 В – 0,4 с;
- при напряжении 380 В – 0,2 с.

Для обеспечения современных требований по безопасности людей от поражения электрическим током выпускаются УЗО электромеханической системы и электронной системы.

УЗО электронной системы функционально зависимы от напряжения сети, т. к. электронные элементы становятся неработоспособными при обрыве нулевого рабочего N -проводника со стороны источника питания. Это обстоятельство создает неуверенность в надежности УЗО для защиты людей от поражения электрическим током.

Для анализа надежности срабатывания УЗО электронной системы рассмотрим принцип действия УЗО.

1. Принцип действия УЗО

Устройства защитного отключения работают на основе функции дифференциального тока (разницы между прямым и обратным током, возникающим при утечке на землю). Дифференциальный трансформатор тока 3 (рис.1) служит сигнализатором (датчиком) наличия тока утечки. Геометрическая сумма токов, протекающих по первичной обмотке трансформатора в нормальном режиме работы, равна нулю:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = 0.$$

При утечке тока равновесие их в первичной обмотке нарушается:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = I_{\Delta n}$$

(отключающий дифференциальный ток). Тогда в магнитопроводе трансформатора создается магнитный поток, индуцирующий ток во вторичной обмотке, который приводит в действие механизм отключения УЗО.

Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена цепь тестирования 4. При нажатии кнопки «ТЕСТ» искусственно создается отключающий дифференциальный ток. Срабатывание УЗО означает, что оно в целом исправно.

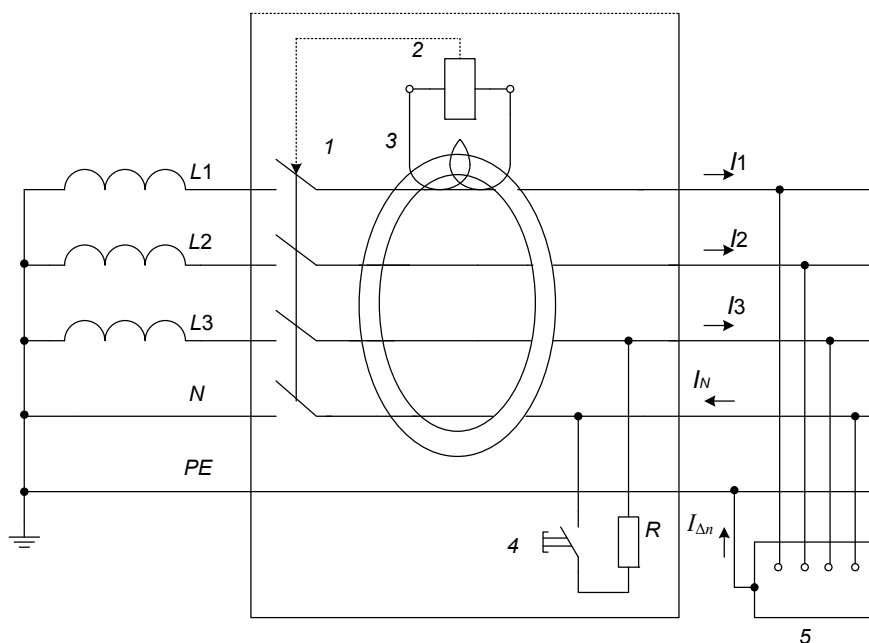


Рис. 1. Схема включения УЗО в сеть TN-S: 1 – исполнительный механизм; 2 – блок управления (усилитель); 3 – датчик дифференциального тока (дифференциальный трансформатор); 4 – кнопка тест-контроль; 5 – трехфазный электроприемник «ТЕСТ»

Принцип работы электронного УЗО аналогичен устройству защитного отключения электромеханической конструкции. Единственное отличие заключается в функциональной зависимости отключающей способности от напряжения сети, т. к. электронные УЗО становятся неработоспособными при обрыве нулевого рабочего N-проводника со стороны источника питания, т. е. до УЗО.

Электронные УЗО получают энергию, необходимую для срабатывания, от защищаемой цепи (контролируемой сети). В этих устройствах маломощный сигнал от дифференциального трансформатора поступает на электронный блок (усилитель), который подает на механизм расцепителя главных контактов УЗО мощный импульс (десятки и даже сотни ватт), достаточный для срабатывания простого и надежного расцепителя. Недостаток УЗО электронной системы в том, что при обрыве нулевого провода устройство теряет питание и не обеспечивает отключение электроприемника от сети, т. е. не выполняет свою защитную функцию.

Таким образом, УЗО способны защитить человека при прямом или косвенном прикосновении при определенных условиях параметров сети:

- разделения PEN-проводника на N- и PE-проводники;
- наличия целостности нулевого провода.

2. Условия применения УЗО

Установка УЗО в действующих установках требует выполнения следующих условий:

- 1) проверки сопротивления изоляции элементов электрической сети в соответствии с нормами [2];
- 2) разделения нулевого проводника на нулевой рабочий N - и нулевой защитный PE -проводники, т. е. применения трехпроводной линии – в однофазной сети и пятипроводной линии – в трехфазной системе электроснабжения.

3. Повышение надежности срабатывания УЗО

Необходимо повысить надежность срабатывания электронных УЗО для защиты людей от:

- 1) косвенного прикосновения, когда человек касается корпуса электроприемника, оказавшегося под напряжением вследствие повреждения изоляции;
- 2) защиты от прямого прикосновения, когда человек непосредственно касается фазного провода источника питания, можно, если дополнительно совместно с УЗО применить устройства контроля фаз и нулевого провода. Эти недорогостоящие устройства включаются в цепь перед УЗО и сигнализируют о наличии напряжения фаз и обрыве нулевого провода.

Устройства, позволяющие повысить надежность УЗО (контроль наличия напряжения, указатели напряжения, реле контроля наличия фаз, датчики напряжения), выпускаются совместным польско-белорусским предприятием СООО «Евроавтоматика ФиФ» (г. Лида).

Устройство контроля наличия напряжения серии LK-713 (рис. 2) представляет собой устройство, позволяющее контролировать наличие напряжения фаз. Наличие напряжения фаз сигнализируют светодиоды соответствующего свечения (желтый – зеленый – красный).

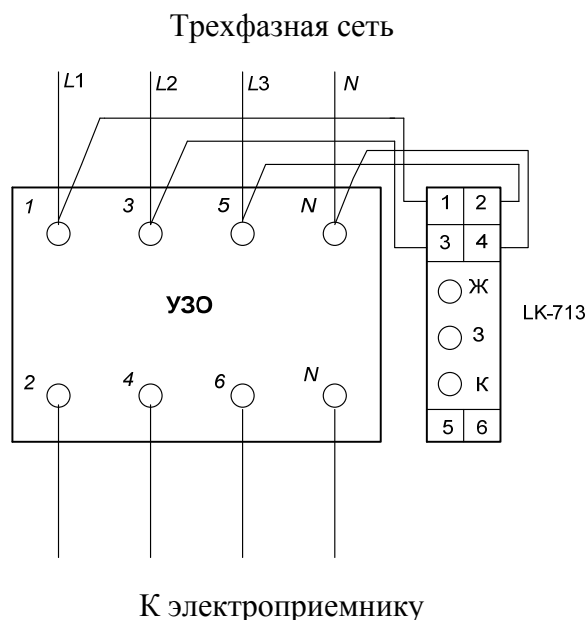


Рис. 2. Схема совместного включения УЗО и устройства контроля напряжения сети серии LK-713

Исчезновение напряжения какой-либо фазы вызывает погасание светодиода. При обрыве нулевого провода отключаются и прекращают свечение все три светодиода. Это значит, что обслуживающий электроустановку персонал должен проверить электрическую цепь нулевого провода, иначе включенное в эту цепь УЗО электронной системы не выполнит свою функцию защиты.

Указатели напряжения серии WN-711 – однофазные и WN-723 – трехфазные (рис. 3, а, б) используются для непрерывного измерения параметров напряжения в однофазной или трехфазной сети. Интервал напряжения, указываемого с дискретностью до 5 В, составляет от 195 до 235 В.

Напряжение допустимых пределов (205–235 В) сигнализируется свечением зеленых светодиодов.

Величина напряжения недопустимых значений сигнализируется свечением красных светодиодов.

При обрыве нулевого провода все светодиоды прекращают свечение.

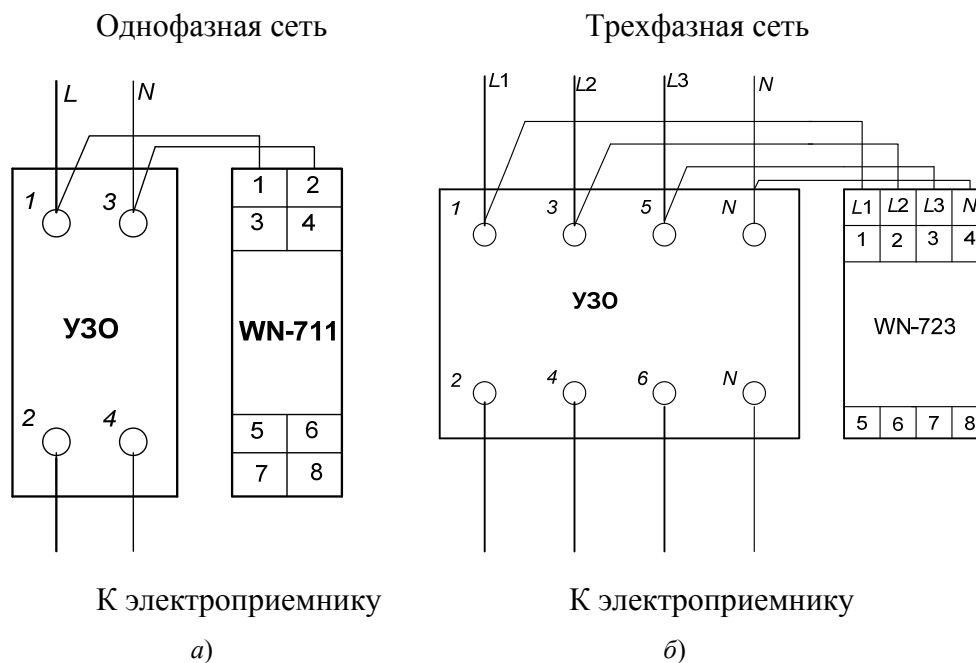


Рис. 3. Схема совместного включения УЗО и указателя напряжения:
а – в однофазной сети серии WN-711; б – в трехфазной сети серии WN-723

Более надежную и эффективную сигнализацию обрыва нулевого провода обеспечивает реле контроля фаз серии СКФ-316 и СКФ-317, предназначенные для защиты электроустановок, питаемых от трехфазной сети в случаях:

- отсутствия хотя бы одной из фаз;
- падения напряжения;
- асимметрии напряжения;
- обрыва нулевого провода;
- нарушения чередования фаз.

В случае одной из перечисленных аварийных ситуаций включается звуковая или световая сигнализация, которая подключается к выводам контактов реле.

Устройства контроля, схемы включения которых приведены на рис. 1–4, могут устанавливаться совместно с УЗО на щите или в шкафу. Операции по монтажу устройств контроля не представляют сложности, т. к. они монтируются на монтажный профиль (DIN-рейку) непосредственно рядом с УЗО.

Перед включением УЗО и в процессе работы электроприемника обслуживающий электроустановку персонал с помощью реле контроля будет иметь возможность контролировать состояние сети (наличия нулевого провода, а следовательно, и рабочего состояния защитного устройства).

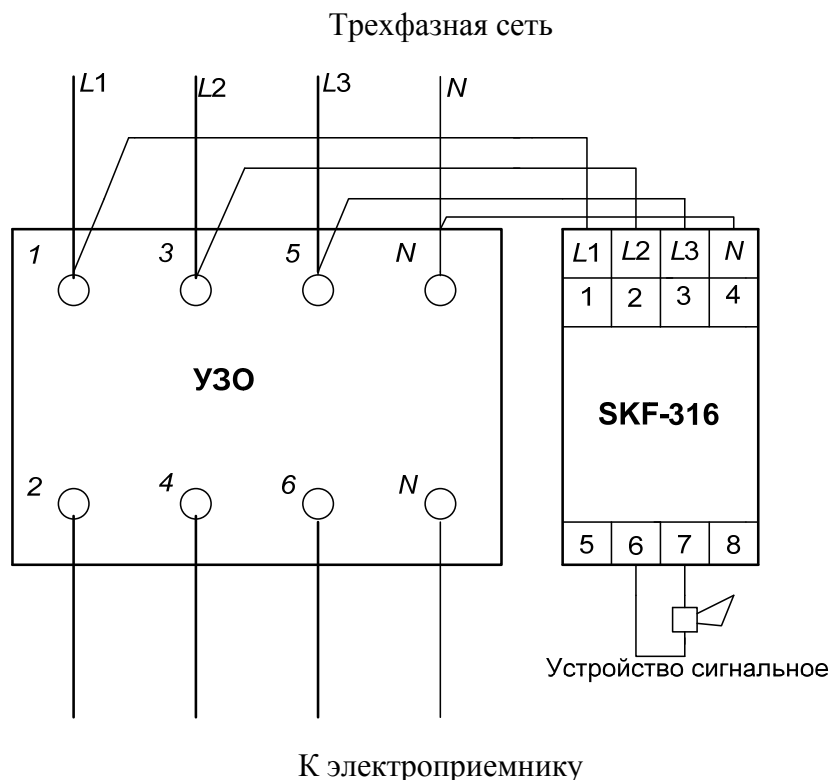


Рис. 4. Схема совместного включения УЗО и датчика пропададения фаз или обрыва нулевого провода серии SKF-16

Заключение

1. Технические характеристики устройств защитного отключения, предлагаемых на рынке Республики Беларусь производителями различных фирм, эквивалентны независимо от системы и конструкции.

2. Особенность УЗО электронной системы состоит в том, что они функционально зависят от напряжения сети, т. к. электронные элементы становятся неработоспособными при обрыве нулевого рабочего N -проводника со стороны источника питания. Это обстоятельство создает неуверенность в надежности УЗО для защиты людей от поражения электрическим током.

3. Повысить надежность срабатывания электронных УЗО для защиты людей от поражения электрическим током при косвенном или прямом прикосновении можно, если дополнительно совместно с УЗО применить устройства контроля фаз и нулевого провода, которые включаются в цепь перед УЗО и сигнализируют о наличии напряжения фаз, обрыва нулевого провода.

Литература

1. ГОСТ 30331.3–95 (МЭК 364-4-41–92). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. – Москва : Изд-во стандартов, 1995.
2. Правила устройства электроустановок / М-во топлива и энергетики Рос. Федерации. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Главэнергоиздат России, 1998.
3. Автоматика промышленного и бытового назначения СООО «ЕВРОАВТОМАТИКА Ф и Ф» : каталог. – Минск, 2004.

Получено 22.03.2006 г.