

# КОНТРОЛЕР ТОКА УТЕЧКИ В СЕТИ

Проблема защиты человека от поражения электрическим током при присоединении к токопроводящим элементам электрооборудования всегда актуальна. Электрическая проводка в жилых помещениях выполняется двухжильным проводом по схеме с заземленной нейтралью. Один из проводов является фазным, а другой — "заземленный" — нейтралью. При такой схеме разводки сетевых проводов не обеспечивается необходимая защита человека от поражения электрическим током.

В "Евростандарте", принятом в большинстве стран Европы, применена трехпроводная схема разводки сетевых проводов по принципу "фаза — земля — нейтраль". Здесь все металлические элементы приборов и их корпуса соединяются с "землей". Такая схема разводки сетевых проводов обеспечивает более эффективную защиту от поражения. Однако переход на трехпроводную схему требует больших материальных затрат на переоборудование, что не всегда приемлемо.

Предлагаемое устройство защиты — контролер тока утечки (КТУ) поможет исключить случаи поражения человека электрическим током. КТУ обеспечивает детектирование тока утечки,

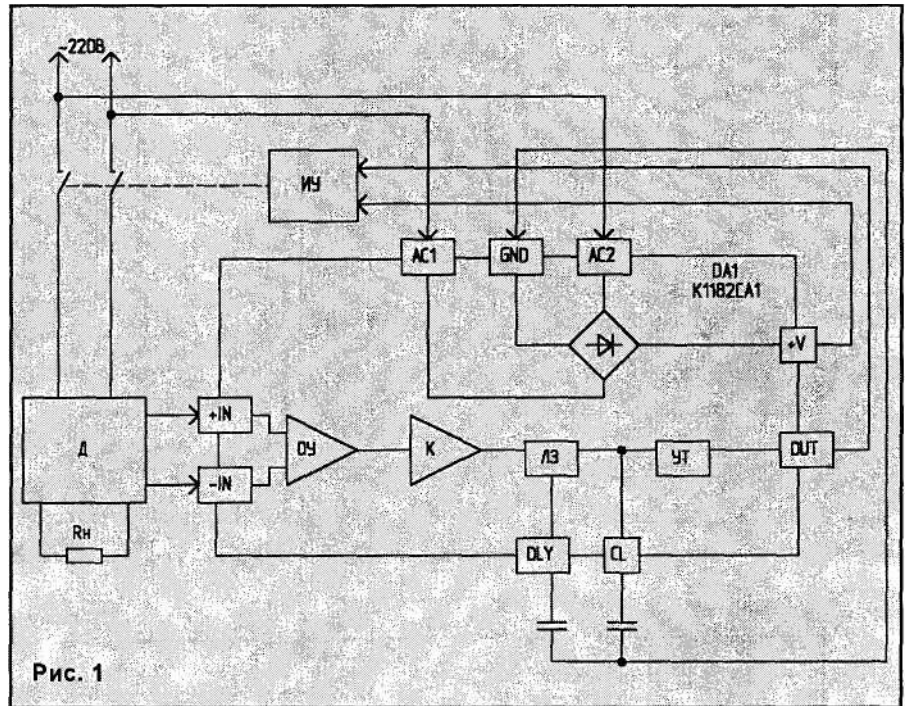


Рис. 1

работы оборудования значение тока в фазном проводе точно равно значению тока в нейтральном. В случае возникновения утечки, по фазному и нейтральному проводам потечет разный ток. Эта асимметрия тока от-

слеживается датчиком Д (рис.1), и сигнал ошибки поступает на выходы +1В и -1В микросхемы ОА1 К1182СА1, усиливается по модулю операционным усилителем ОУ и подается на компаратор К и далее, через линию

## Параметры КТУ:

Минимальное напряжение сети, В	80
Максимальное напряжение сети, В	276
Ток потребления от сети, мА, не более	80
Пороговое напряжение включения, В	15...25
Максимальный ток нагрузки, А	10
Рассеиваемая мощность при $t = 70^\circ\text{C}$ , Вт	1

начиная со значения 5 мА, что удовлетворяет стандартам США и Европы для сетевого напряжения частотой 50 Гц. Время срабатывания контролера — не более 5 мс после появления сигнала датчика, а время отключения нагрузки от сети — не более суммы времен срабатывания контролера и исполнительного устройства.

Принцип работы КТУ заключается в следующем. В нормальном режиме

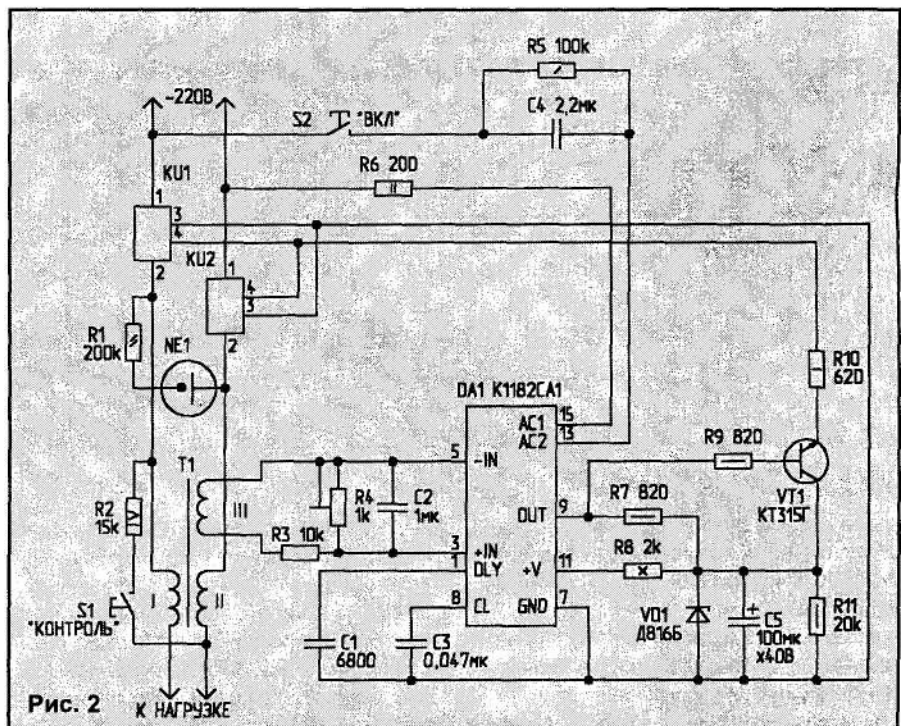


Рис. 2

задержки (ЛЗ), на вход управляющего тиристора (УТ). Линия задержки задает время задержки включения управляющего тиристора, которое определяется емкостью конденсатора, подключенного к выводу DLY микросхемы. Если сигнал ошибки с датчика Д больше порогового напряжения микросхемы DA1, и его длительность более 2 мс, то исполняющее устройство (ИУ), подключенное к выводам +V и OUT, своими контактами отключит нагрузку от сети.

Питание DA1 осуществляется от сети через диодный мост (вход моста — выводы AC1 и AC2). Выпрямленное напряжение подается на вывод +V для питания исполнительного устройства (реле, оптореле). Для питания внутренних узлов и создания опорных напряжений в DA1 используется внутренний стабилизатор напряжения (примерно +12,5 В).

К выводу CL подключается фильтрующий конденсатор для исключения срабатывания управляющего тиристора при прохождении помех по сети.

Вывод GND — общий (для подключения конденсаторов и исполнительного устройства).

Рассмотрим принципиальную схему КТУ (рис.2). Точечувствительный датчик асимметрии тока представляет собой трансформатор Т1 на кольцевом сердечнике из феррита с высокой (до 100000) магнитной проницаемостью. С датчика сигнал ошибки поступает на входы микросхемы DA1 (выводы 3 и 5) через резистивный делитель на резисторах R3 и R4. Сигнал с датчика при токе утечки 5 мА должен быть в пределах 50...300 мВ. Резистором R4 выбирается порог чувствительности КТУ. Конденсаторы C2, C3 необходимы для подавления импульсных помех. Емкость конденсатора C1 определяет задержку включения управляющего тиристора в DA1. Для контроля работоспособности КТУ служит кнопка З1, нажатием на которую имитируется утечка тока по одному из сетевых проводов (через резистор R2, мимо датчика Т1). При этом должно сработать исполнительное устройство — оптоэлектронные твердотельные реле КУ1 и КУ2 — и отключить нагрузку от сети. Включенное состояние КТУ индицируется неоновой лампой NE1. Конденсатор C4 и резистор R6 — гасящие, необходимы для уменьшения сетевого напряжения, подаваемого на микросхему DA1. Емкость конденсатора C4 выбирается из условия получения на выводах 13 и 15 мик-

росхемы переменного напряжения 100...120 В. Резистор R5 служит для разряда емкости конденсатора C4 после отключения питания.

Для управления оптоэлектронными реле служит транзистор VT1, инвертирующий сигнал отключения с управляющего тиристора микросхемы OA1. Резистор R7 — нагрузка управляющего тиристора.

Напряжение питания для управляющих цепей оптоэлектронных реле формируется стабилитроном VD1. Фильтрующая емкость заряжается через токоограничительный резистор R8. Резистор R11 служит для разрядки конденсатора C5 после отключения КТУ от сети.

После срабатывания КТУ и для последующего его включения после устранения причины утечки, нужно на короткое время отключить КТУ от сети кнопкой S2 и снова ее нажать.

Детали и конструкция. Резистор R2 составлен из двух параллельно соединенных резисторов по 30 кОм каждый, мощностью 2 Вт. Конденсаторы C1...C3 — типа КМ-6 на рабочее напряжение 16 В. Конденсатор C4 — на рабочее напряжение не менее 400 В. Оптоэлектронные твердотельные реле КУ1, КУ2 — любого типа из ряда 5П19ТМ-10-4, 5П19ТМ-10-6, 5П19-ТМ-8 с коммутируемым током не менее 10 А, резистор R8 — мощностью не менее 10 Вт. Конденсатор C5 — К50-35 на рабочее напряжение 40 В.

Трансформатор Т1 намотан на ферритовом кольце марки 20000 НМ типоразмером К40-25-11.

Необходимо тщательно подготовить сердечник к намотке, притупив напильником острые края сердечника, и затем проложить несколько слоев изоляции из фторопластовой пленки. Следует уделить внимание качеству примененного намоточного провода, особенно целостности эмалевой изоляции. Первичные обмотки (I и II) содержат по 4 витка провода ПЭВ-2 01...1,5 мм, вторичная (III) — 7000 витков провода ПЭВ-1 Ф 0,12 мм. Первичные обмотки намотаны двойным проводом и распределены равномерно по всему сердечнику. Между первичными и вторичной обмотками необходимо проложить несколько слоев изоляции из фторопластовой пленки. Неоновая лампа NE1 — ИНС-1.

Настройка КТУ состоит в установке необходимого напряжения срабатывания КТУ. Для этого нажимают кнопку S1 "Контроль", и подстройкой резистора R4 добиваются устойчивого срабатывания КТУ

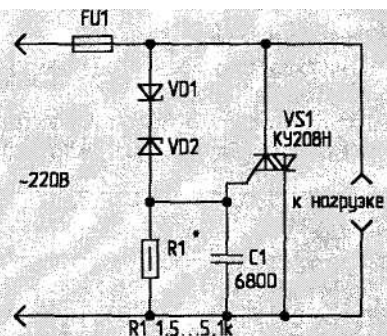
**ВОЗВРАЩАЯСЬ  
К НАПЕЧАТАННОМУ  
("РЛ", N10/97, С.30)**

## УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ

Предлагаемое устройство аналогично по принципу действия, но содержит меньшее число деталей и значительно проще.

Так же как в прототипе, при повышении порогового напряжения открываются стабилитроны VD1 и VD2, и на управляющий электрод симистора VS1 поступает открывающее напряжение. Симистор срабатывает и "прожигает" предохранитель FU1 вызывая тем самым отключение нагрузки.

Опытный образец поместился в настенную розетку, дополненную



доннышкой из пластмассы, из которого выведены два штырька в качестве сетевой вилки.

В качестве VD1 и VD2 вначале использовались два последовательно соединенных стабилитрона КС680А или КС980А. Однако, как показала практика, случайные срабатывания с перегоранием предохранителя FU1 случаются достаточно часто, и желательно иметь стабилитрон на напряжение чуть выше 360 В, хотя формально амплитудное значение сетевого напряжения  $U_a$  равно

$$U_a = 220 \cdot \sqrt{2} = 311 \text{ (В)}.$$

Причиной тому являются различные короткие коммутационные процессы, например включение холодильника.

Конденсатор C1 устраняет влияние наводок. Номинал FU1 определяется мощностью нагрузки.