

УДК 621.316.91

## УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ. ТОКОВАЯ ЗАЩИТА

### SURGE VOLTAGE PROTECTION DEVICES. CURRENT PROTECTION

Д.А. Степанов, Д.С. Чурко

Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

zukovskya@bntu.by

D. Stepanov, D. Churko

Supervisor – T. Zhukouskaya, Senior lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** Для защиты от перенапряжения и коротких замыканий в современном электрооборудовании используются устройства, рассмотренные в данной статье. Они позволяют предотвратить повреждение оборудования и минимизировать последствия аварий.

**Abstract:** To protect against overvoltage and short circuits in modern electrical equipment, the devices discussed in this article are used. They help prevent equipment damage and minimize the consequences of accidents.

**Ключевые слова:** электрооборудование, перенапряжение, релейная защита, максимальная токовая защита, токовая отсечка.

**Keywords:** electrical equipment, overvoltage, relay protection, maximum current protection, current cutoff.

#### Введение

Выход из строя современной бытовой техники может быть вызван недопустимыми изменениями напряжения в сети от номинального значения. Так, двигателю может не хватить пускового момента из-за некоторого уменьшения напряжения для холодильника ниже установленной нормы. В таком случае обмотка этого двигателя перегорит.

Если увеличить напряжение, то в таком случае будет увеличен ток, протекающий через некоторую нагрузку, что также приведет к выходу техники из строя. Обрыв нейтрали на подстанции может увеличить напряжение в сети до очень большой величины, которую не выдержит современная бытовая техника.

#### Основная часть

Предлагаемое устройство позволит защитить бытовую технику от различных скачков сетевого напряжения (рисунок 1). Диапазон работы устройства определен и составляет от 20 до 440 В. Также допустимый ток составляет примерно 16 А.

Микроконтроллер, входящий в состав этого устройства, отслеживает сетевое напряжение. При превышении напряжения на 15% мгновенно отключается нагрузка и появляется световой сигнал на устройстве. Предел 15% был выбран исходя не из определенного ГОСТа, а реальных разбросов напряжения в сети. Он может довольно легко быть подкорректирован некоторым изменением нескольких ячеек программы устройства.

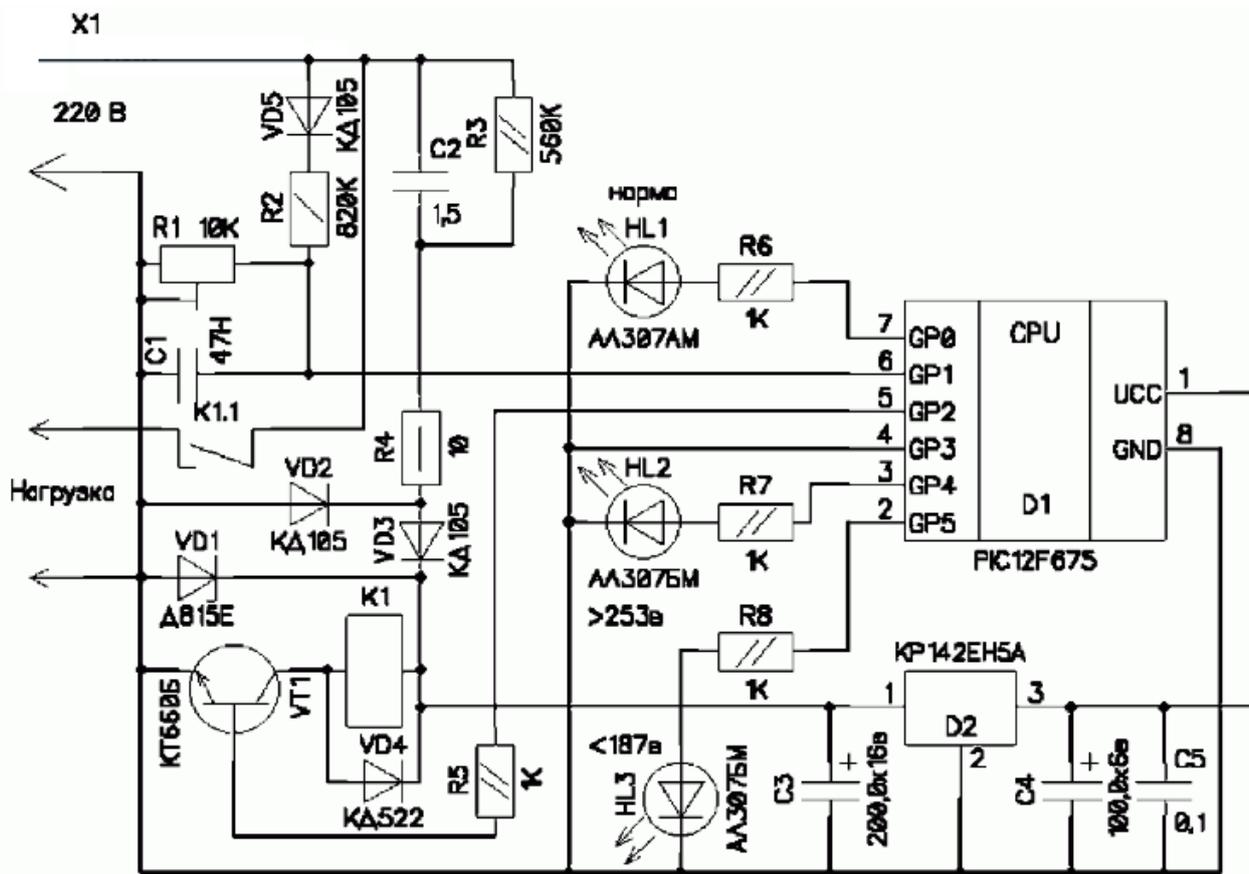


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства защиты различных потребителей электроэнергии

Сетевое напряжение поступает на вход устройства X1, затем довольно быстро выпрямляется и ограничивается примерно в значении 15 В цепью из элементов C2R4VD1VD3, а после стабилизируется микросхемой, представленной элементом D2. От нее же запитывается ранее упомянутый микроконтроллер. После некоторой небольшой задержки происходит запуск внутреннего генератора микросхемы D1 и после этого начинается выполнение данная программа.

На вход устройства GP1 подаётся определенное напряжение, которое снимается с делителя напряжения R1R2. В том случае если входное напряжение контролируется в диапазоне примерно 15% от номинального значения, то включается реле K1 и светодиод HL1, называемый нормой. Напряжение в любой момент времени может в скором времени превысить значение 253 В. В этом случае контроллер устройства отключит данное реле и включит другой светодиод HL2 в мигающем режиме.

Примерно через 45 – 50 с контроллер данного устройства вновь проверит напряжение в сети и в том случае, если оно находится в норме, вновь включит это же реле. То же самое будет, когда сетевое напряжение снизится на меньшее значение, чем 187 В.

Затем происходит измерение минимума напряжения примерно через 5 мс после перехода напряжения в сети через нуль. Конденсатор, обозначенный на схеме C1, вместе с резисторами устройства R1 и R2 представляют фильтр низ-

кой частоты. Устройство защиты от перенапряжения будет реагировать на малые по времени просадки напряжения, если не поставить данный фильтр. Например, в результате включения двигателя того же холодильника. Отметим, что быстрдействие защитного устройства зависит в основном от примененного в нем реле и номинала конденсатора С1.

Второй вариант данного устройства представлен дополнительным сетевым фильтром и несколькими варисторами, которые в определенной мере защищают не только саму конструкцию, но и потребителей сети от импульсных помех (рисунок 2).

В этом случае добавляют сетевой фильтр на элементах устройства R1, R2, L1, L2, C1 и C3, а также организуют схему слежения за исправностью выше упомянутых варисторов на диодах VD1, VD2 и резисторов устройства R3 и R4, так как от больших значений импульсных выбросов они могут в скором времени оказаться неисправными. В случае выхода из строя варисторов начнет моргать светодиод устройства HL2.

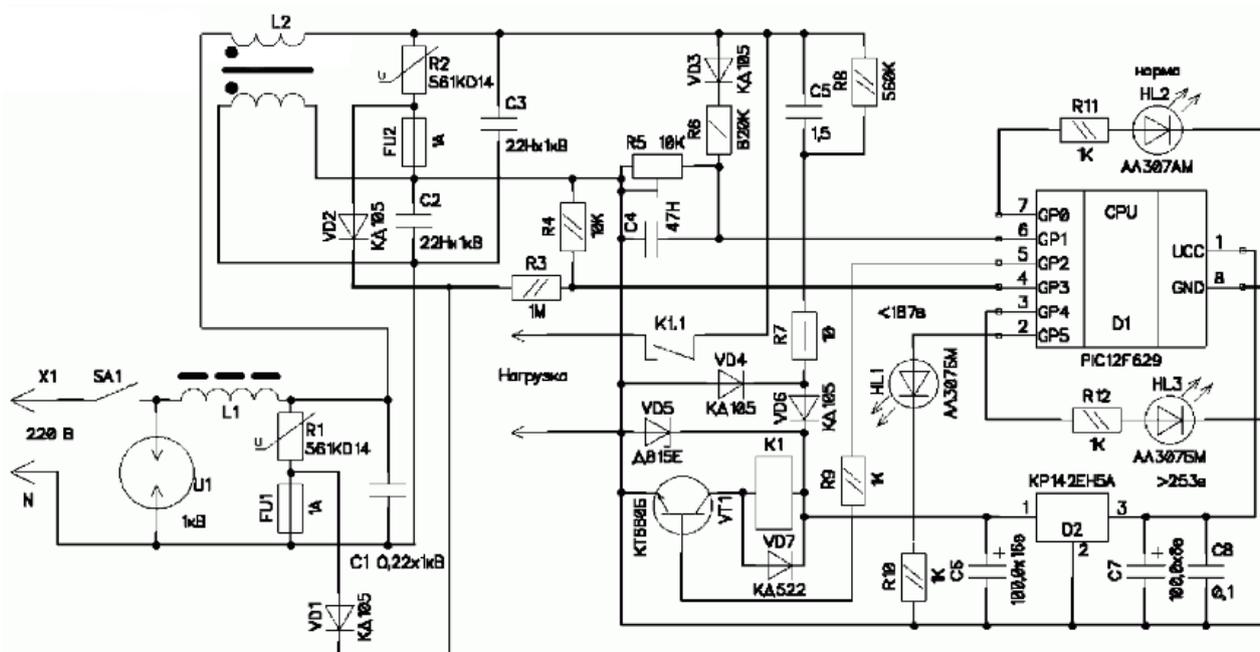


Рисунок 2 – Схема данного защитного устройства с сетевым фильтром и варисторами

Важно указать тип конденсаторов схемы. Конденсаторы С1 и С3 типа К78-2, С7 и С8 типа К50, а остальные же типа КМ. Диод VD5 при необходимости можно заменить диодом 815Д. Диод устройства VD5 рассчитан на напряжение 500 – 600 В, а остальные же диоды выдерживают напряжение 25 – 50 В и ток 100 – 300 мА.

Резисторы должны быть типа МЛТ. Разрядник U1 выполняют на 1 кВ. Варисторы 561KD14 при необходимости можно заменить любыми другими с энергией 50 – 200 Дж [1].

Реле тока и напряжения специально предназначены для контроля уровня тока или напряжения в электрических цепях низкого и высокого напряжения и выдачи соответствующего выходного сигнала при отклонении уровня тока или

напряжения от заранее установленного значения. Такие реле называют еще «измерительными» так как они в процессе работы постоянно измеряют уровень воздействующей величины. Очень часто выходной сигнал таких реле воздействует на силовое отключающее устройство, обесточивающее потребитель и, таким образом, защищающее его (или питающую сеть) от повреждения при аварийных режимах, поэтому такие реле называют также «защитными».

Реле такого рода обычно имеют мощный электромагнит, который механически соединён с силовым отключающим устройством, или мощные контакты, включённые в защищаемую цепь. Такие реле называются реле «прямого действия». Маломощные реле, которые выдают сигнал управления на отдельное силовое коммутационное устройство (высоковольтный выключатель, например) называются реле «косвенного действия». Такие реле называются «первичными». Как правило, катушки первичных реле тока и напряжения рассчитаны на токи, не превышающие 50 – 100 А и на напряжения, не превышающие 400 В [2].

Направление применения защиты и предъявляемые к ней требования, как правило, устанавливают определенный выбор схемы защитного устройства. Так, для реализации максимальной токовой защиты или, например, токовой отсечки с выдержкой времени могут быть применены одинаковые схемы защитных устройств.

Упомянутые выше схемы максимальной токовой защиты и токовой отсечки, как правило, создаются на базе вторичных реле РТВ и РТМ. Стоит отметить, что комбинированные реле РТ-80 обычно применяют в электроснабжении. Используя подобные реле, можно сделать токовую защиту двухступенчатой. При этом она будет содержать лишь первую и третью ступени.

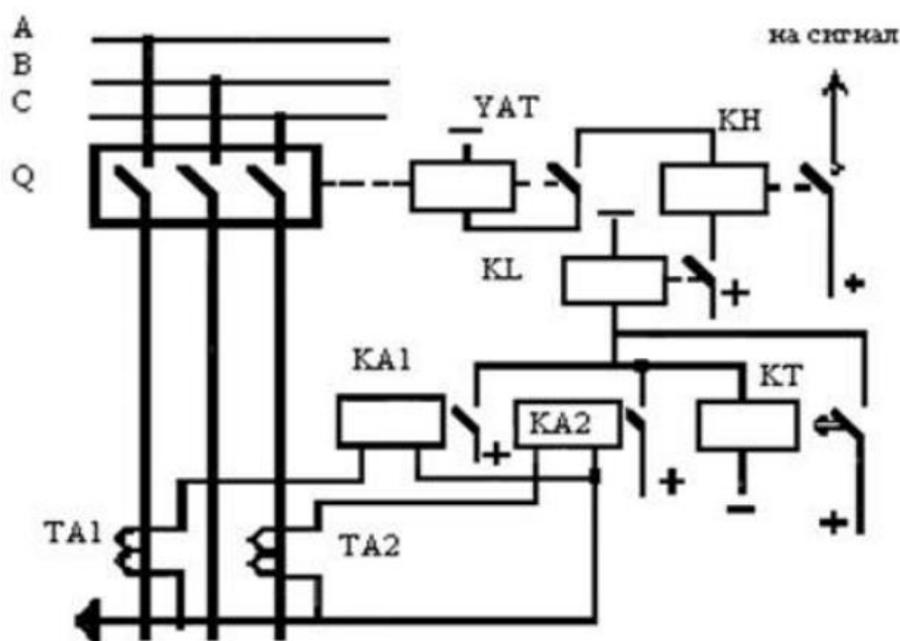


Рисунок 3 – Принципиальная схема в совмещенном исполнении.

Структурные и принципиальные схемы используют для удобства изображения схем любых электронных устройств. Показать определённую взаимосвязь и принцип работы всех элементов схемы могут наиболее подробные схемы, называемые принципиальными. Принципиальные схемы делают в двух видах: в совмещённом (рисунок 3) и в разнесённом (рисунок 4).

Защита выполнена по схеме неполной звезды. В фазах А и С установлены элементы схемы данного защитного устройства ТА1 и ТА2, являющиеся трансформаторами тока. Вторичные обмотки данных трансформаторов обязательно должны иметь заземление.

Обмотки реле тока КА1 и КА2 типа РТ-40, как правило, подключаются к вторичным обмоткам трансформаторов тока. В логической цепи течет некоторый постоянный ток, а по обмоткам реле тока - переменный. Реле времени КТ типа ЭВ-134 создает определенную временную задержку. Указательное реле КН типа РУ-1 и промежуточное реле КЛ типа РП-23 также используются в схеме данной защиты. Если реле тока КА1 и КА2 собственными контактами замыкают цепь обмотки реле времени КТ накоротко, значит в сети произошло короткое замыкание. Реле времени КТ устанавливает соединение с контактом при работе с заданной выдержкой. Контакт КЛ замыкается, так как вместе с тем замыкается цепь обмотки промежуточного реле.

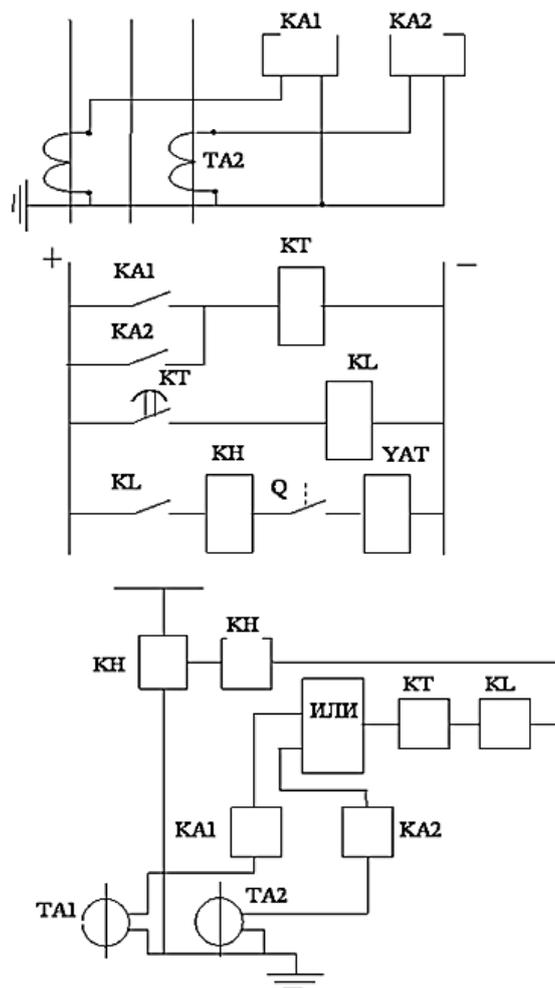


Рисунок 4 – Принципиальная схема в разнесённом исполнении

Далее подается некоторый импульс на привод выключателя, а также на указательное реле КН. Выключатель отключается. В то же время действие данной защиты на отключение и отмечает указательное реле КН. Контакт промежуточного реле КЛ не рассчитан на отключение тока электромагнита отключения УАТ. Вспомогательный контакт выключателя Q разъединяет цепь УАТ в случае отключения выключателя. Данный контакт выключателя присоединён в цепь последовательно с контактом реле КЛ [3].

Отметим, что эта схема применима не только для реализации максимальной токовой защиты, но также и для устройства токовой отсечки с заданной выдержкой времени.

### **Заключение**

Устройства защиты от перенапряжения и токовая защита имеют различные варианты исполнения, отличающиеся структурой схем конструкций и выполняемыми ими функциями. Такие устройства непрерывно контролируют параметры системы и позволяют избежать его повреждения и разрушения в случае возникновения аварийных режимов в сети.

### **Литература**

1. Энциклопедия радиоэлектроники и электротехники [Электронный ресурс] / Устройство защиты потребителей электроэнергии. – Режим доступа: <https://www.diagram.com.ua/list/power/power1375.shtml>. – Дата доступа: 23.04.2024.
2. Гуревич, В.И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения / В.И. Гуревич // Издательство "Солон-Пресс". – Москва, 2011. – С. 367 – 368.
3. Схемы токовых защит. [Электронный ресурс] / Совмещенное исполнение. Разнесенное исполнение. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6021641/page:15/>. – Дата доступа: 23.04.2024.