

## 33-34 Термисторное реле и реле контроля напряжения

### Термисторное реле используется совместно с встроенной температурной защитой

#### 1. Введение

Под встроенной температурной защитой понимается защита электрооборудования от ненормального теплового режима посредством встроенных в данное электрооборудование защитных устройств или отдельных их элементов.

Чаще всего говоря про УВТЗ подразумевается температурная защита электродвигателей, однако данные устройства могут применяться и в других видах электрооборудования, например в нагревательном электрооборудовании для предотвращения перегрева.

Ранее функцию встроенной защиты электродвигателя выполнял биметаллический термостат (термостат), В настоящее время – термисторное реле (реле). Для реализации этой функции датчик термисторного реле (термистор) устанавливаются в статор электродвигателя для непосредственного контроля температуры его обмоток.

Чем обусловлена необходимость такой защиты, электродвигатель же имеет внешнюю токовую защиту? В ряде ситуаций токовая защита может не определить перегрузку электродвигателя.

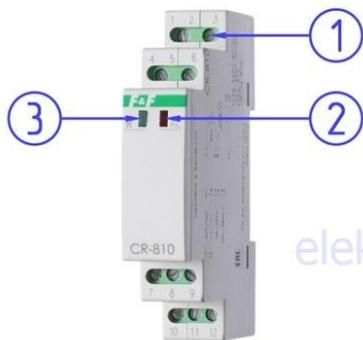
Примеры:

- Плохое охлаждение электродвигателя (например, закрыт) вследствие чего может происходить постепенный нагрев до критической температуры.
- Высокая температура окружающего воздуха.
- Неправильная настройка и/или установка внешней защиты электродвигателя.
- Частые пуски электродвигателя, вызывающие его нагрев.
- Несоответствие режима работы электродвигателя.

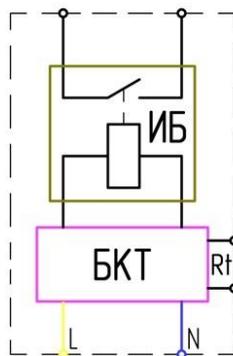
## 2. Устройство и принцип работы

### Термисторное реле

Внешний вид



Устройство



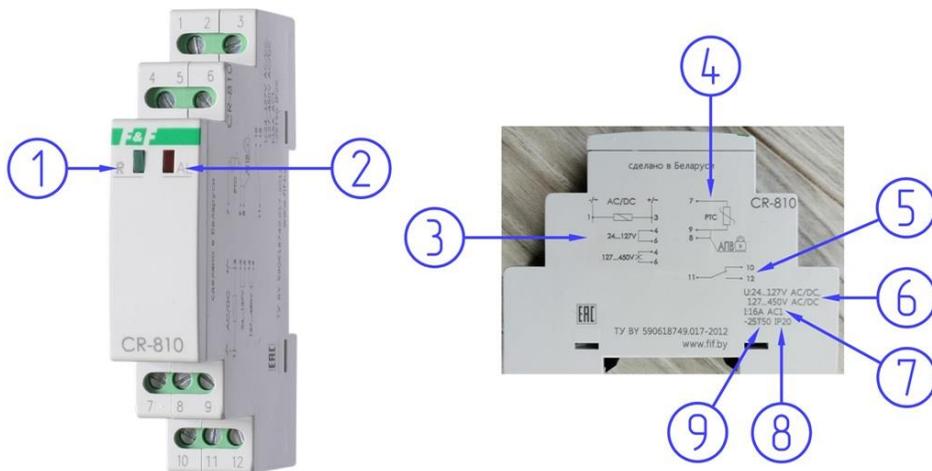
**БКТ** – блок контроля температуры; **1** – клемма электрического подключения к реле;  
**ИБ** – исполнительный блок – **2** – индикатор аварии;  
внутреннее реле; **3** – индикатор состояния реле;  
**Rt** – вход датчика температуры **4** – термистор.  
(термистора);

**БКТ** выполняет постоянный контроль температуры статора. Когда температура статора в норме, **БКТ** подаёт напряжение на **ИБ**, поддерживая тем самым в замкнутом состоянии “сухой контакт” управления нагрузкой. С ростом температуры статора растёт и сопротивление цепи термисторов. При достижении сопротивления определённой величины, **БКТ** снимает напряжение с **ИБ**, тем самым размыкая “сухой контакт” управления нагрузкой.

Слово “сухой” означает, что на клеммах контакта отсутствует напряжение, если клеммы не подключены к электрической цепи. Подразумевается, что помимо отсутствия источников напряжения в цепи контакта, цепь контакта гальванически отвязана от других внешних электрических контактов устройства, в который входит контакт.

### 3. Маркировка реле

#### Термисторное реле



1 – маркировка индикатора состояния реле;

3 – схема подключения питания;

5 – схема контактов реле;

7 – максимальный коммутируемый ток;

9 - диапазон рабочих температур (-25...+50 °С).

2 – маркировка индикатора аварии;

4 – схема подключения датчика температуры (термистора)

6 – напряжение питания;

8 – степень защиты оболочки;

#### Выбор напряжения питания

В реле может быть предусмотрен выбор напряжения питания. Например, в реле CR-810 напряжение питания 127...450 В AC/DC при отсутствующей перемычке между клеммами 4-6. Когда перемычка между клеммами 4-6 установлена – напряжение питания 24...127 В AC/DC.

Также в реле может присутствовать управление функцией автоматического повторного включения – автоматическое включение реле после восстановления нормальной температуры статора. В реле CR-810 такое управление организовано следующим образом:

- функция выключена, когда перемычка между клеммами 8-9 установлена;

- функция включена, когда переключатель между клеммами 8-9 отсутствует.

#### 4. **Выбор термисторных реле и их электрические характеристики**

На выбор реле влияют следующие основные характеристики:

Параметр	Единица измерения
Напряжение питания	В
Максимальный коммутируемый ток	А
Максимальная мощность нагрузки	ВА (Вт)
Коммутируемое напряжение	В
Максимальный ток катушки контактора	А
Потребляемая мощность	ВА
Сопротивление отключения реле	Ом
Сопротивление включения реле	
Количество и тип “сухих” контактов	NO/NC/CO
Тип датчиков	см. паспорт
Количество датчиков	
Функция контроля КЗ	

##### 1. **Напряжение питания**

В зависимости от марки и исполнения реле, напряжение питания **может быть различным**.

Наиболее распространено в практике применения напряжение **230 В переменного тока**.

##### 2. **Максимальная мощность нагрузки и максимальный коммутируемый ток**

В эксплуатационной документации названные параметры указываются для одной или нескольких категорий применения. **Чаще всего 4 кВт и 16 А**.

**Если** потребляемый защищаемым устройством **ток превышает коммутационную способность реле**, для защиты такого устройства **необходимо использовать** совместно с

реле **контактор** (см. “включение термисторного реле через контактор в схему управления электродвигателем”).

3. **Коммутируемое напряжение** определяется номинальным напряжением защищаемого устройства или напряжением цепи управления устройства.

4. **Сопротивление отключения/включения** приблизительно одинаковы у большинства марок реле

5. **Количество и тип “сухих контактов”**: нормально замкнутые (NC), нормально разомкнутые (NO), переключающие (CO).

Нормально замкнутый контакт замкнут при отключенном состоянии устройства.

Нормально разомкнутый контакт разомкнут при отключённом состоянии устройства.

Переключающий контакт представляет собой два контакта (нормально замкнутый и нормально разомкнутый) с общей подвижной замыкающей частью.

Количество и тип контактов **выбирается исходя из принципа работы схемы защиты**.

6. **Тип датчиков**

В совместно с большинством реле применяются **позисторы** – терморезисторы **со скачкообразным изменением сопротивления** при изменении температуры.

7. **Количество датчиков**

Практически все реле допускают подключение **до 6** последовательно соединённых датчиков.

**Функция контроля короткого замыкания** в цепи датчиков присутствует в большинстве реле.

## 5. Технические характеристики некоторых распространённых типов

CR-810

Технические характеристики	
Напряжение питания, В	24...127 AC/DC
- перемычка 4-6 установлена	127...450 AC/DC
- перемычка 4-6 отсутствует	127...450 AC/DC
Максимальный коммутируемый ток, А	16 AC-1
Максимальный ток катушки контактора, А	3 AC-15
Номинальное напряжение контактов, В	250 AC
Максимальная мощность нагрузки	см. табл. 1
Контакт	1NO/NC (1 переключающий)
Индикация	2 светодиода
Сопротивление петли датчиков, Ом	
- контакты реле разомкнуты	<100, >3000
- контакты реле замкнуты	110...1800
Тип датчиков	PTC термисторы
Временные задержки, с	
- готовность реле, повторный пуск	1
- отключение при снижении сопротивления	0,5
- отключение при повышении сопротивления	0,5
Количество датчиков	1...6
Соединение датчиков	последовательное
Потребляемая мощность, Вт	1,5
Диапазон рабочих температур, °С	-25...+50
Степень защиты	IP20
Коммутационная износостойкость, циклов	>10 <sup>9</sup>
Степень загрязнения среды	2
Категория перенапряжения	III
Габариты (ШхВхГ), мм	18x90x65
Подключение (винтовые зажимы)	2,5 мм <sup>2</sup>
Тип корпуса	1S
Масса, г	70
Монтаж	на DIN-рейку 35 мм
Момент затяжки винтового соединения, Нм	0,4
Код ЕТИМ	EC001446
Артикул	EA05.002.001



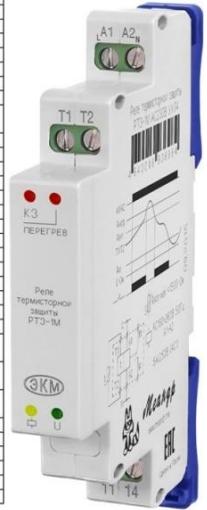
PT-M01-1-15

Параметр	Ед.изм.	PT-M01-1-15 AC230В	PT-M01-1-15 AC400В
<b>Входная цепь A1-A2</b>			
Номинальное напряжение питания	В	AC230	AC400
Допустимое напряжение питания	В	AC170-270	AC330-560
Потребляемая мощность, не более	ВА	2	
<b>Измерительная цепь T1-T2</b>			
Количество термометрических датчиков в измерительной цепи	шт.	до 6	
Функция контроля КЗ		есть	
Сопротивление R <sub>нагр</sub> (выключение реле)	кОм	3,4 ± 5%	
Сопротивление R <sub>хол</sub> (включение реле)	кОм	2,3 ± 5%	
Сопротивление R <sub>из</sub> при КЗ температурных датчиков (реле выключается) менее	Ом	25	
Минимальное сопротивление в измерительной цепи в холодном состоянии	Ом	40 ± 5%	
Максимальное сопротивление в измерительной цепи в холодном состоянии	кОм	1,5 ± 5%	
Максимальная длина проводки для распознавания КЗ	м	2x100 (при 0,75мм <sup>2</sup> ), 2x400 (при 2,5мм <sup>2</sup> )	
Время реакции, не более	с	0,1	
<b>Выходные цепи</b>			
Количество и тип контактов		1 замыкающий, 1 размыкающий	
Максимальное коммутируемое напряжение	В	400	
Максимальная коммутируемая мощность: AC250В 50Гц (AC1)/ DC30В (DC1)	ВА / Вт	1250 / 150	
Максимальный коммутируемый ток при активной нагрузке: AC250В, 50Гц (AC1)/DC30В(DC1)	А	5	
Механическая износостойкость, не менее	циклов	10x10 <sup>6</sup>	
Электрическая износостойкость, не менее	циклов	100000	
<b>Общие параметры</b>			
Степень защиты по корпусу / по клеммам по ГОСТ 14254-96		IP40 / IP20	
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69 (без образования конденсата)		УХЛ2	
Диапазон рабочих температур	°С	-40...+55	
Диапазон температуры хранения	°С	-40...+70	
Помехоустойчивость от пачек импульсов в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.4-99 (IEC/EN 61000-4-4)		уровень 3 (2кВ/5кГц)	
Помехоустойчивость от перенапряжения в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5-99 (IEC/EN 61000-4-5)		уровень 3 (2кВ А1-A2)	
Степень загрязнения в соответствии с ГОСТ 9920-89		2	
Относительная влажность	%	до 80 (при 25°С)	
Высота над уровнем моря	м	до 2000	
Рабочее положение в пространстве		произвольное	
Режим работы		круглосуточный	
Габаритные размеры	мм	18 x 93 x 62	
Вес	кг	0,07	



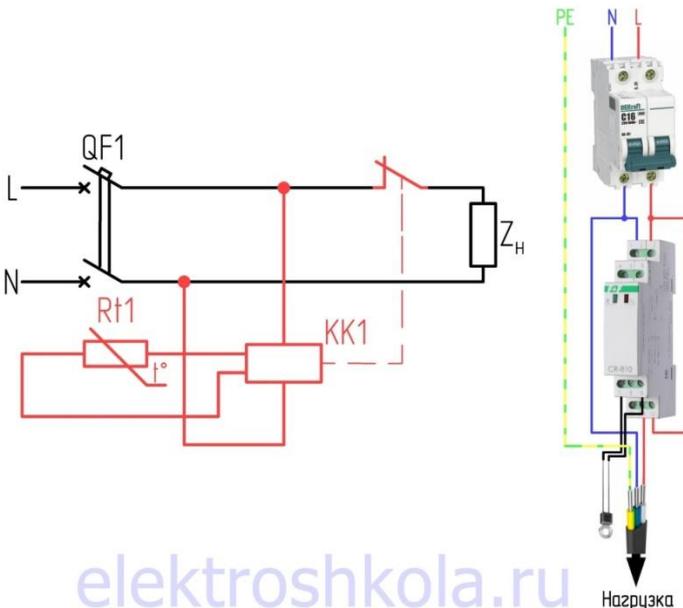
PT3-1M

Параметр	Входная цепь A1-A2	Ед.изм.	PT3-1M AC230B
Номинальное напряжение питания		В	AC230
Допустимое напряжения питания		В	AC170-270
Потребляемая мощность, не более		ВА	2
<b>Измерительная цепь T1-T2</b>			
Количество терморезистивных датчиков в измерительной цепи		шт.	до 6
Функция контроля К3			есть
Сопротивление R <sub>нагр.</sub> (выключение реле)		кОм	3.4 ± 5%
Сопротивление R <sub>хол.</sub> (выключение реле)		кОм	2.3 ± 5%
Сопротивление R <sub>хзд.</sub> при К3 температурных датчиков (реле выключается) менее		Ом	25
Минимальное сопротивление в измерительной цепи в холодном состоянии		Ом	40 ± 5%
Максимальное сопротивление в измерительной цепи в холодном состоянии		кОм	1.5 ± 5%
Максимальная длина проводки для распознавания К3		м	2x100 (при 0.75мм <sup>2</sup> ), 2x400 (при 2.5мм <sup>2</sup> )
Время реакции, не более		с	0.1
<b>Выходные цепи</b>			
Количество и тип контактов			1 замыкающий
Максимальное коммутируемое напряжение		В	250
Максимальное коммутируемая мощность: AC250В 50Гц (AC1) / DC30В (DC1)		ВА / Вт	1250 / 150
Максимальный коммутируемый ток: AC250В 50Гц (AC1) / DC30В (DC1)		А	3
Механическая износостойкость, не менее		циклов	10x10 <sup>8</sup>
Электрическая износостойкость, не менее		циклов	100000
<b>Общие параметры</b>			
Диапазон рабочих температур (по исполнениям)		°С	-25...+55 (УХЛ4) / -40...+55 (УХЛ2)
Температура хранения		°С	-40...+70
Помехоустойчивость от пачек импульсов в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.4-99 (IEC/EN 61000-4-4)			уровень 3 (2кВ/5кГц)
Помехоустойчивость от перенапряжения в соответствии с ГОСТ Р 51317.4.5-99 (IEC/EN 61000-4-5)			уровень 3 (2кВ A1-A2)
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69 (без образования конденсата)			УХЛ4 или УХЛ2
Степень защиты по корпусу / по клеммам по ГОСТ 14254-96			IP40 / IP20
Степень загрязнения в соответствии с ГОСТ 9920-89			2
Режим работы			круглосуточный
Рабочее положение в пространстве			произвольное
Габаритные размеры		мм	13 x 93 x 62
Вес		кг	0.05



## 6. Схемы подключения

### Схема прямого включения термисторного реле в цепь нагрузки



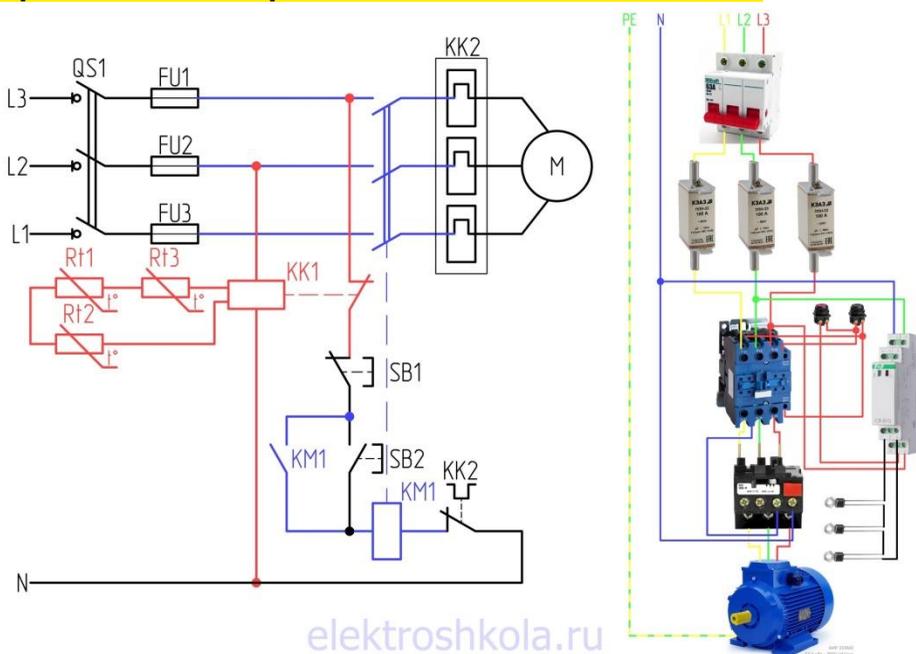
elektroshkola.ru

- QF1 – выключатель автоматический;
- KK1 – термисторное реле;
- Rt – датчик температуры – термистор
- Zн – нагрузка.

Принцип работы схемы:

С ростом температуры нагрузки растёт и сопротивление цепи термисторов, встроенных в нагрузку. При достижении сопротивления определённой величины, реле размыкает свой контакт управления отключая тем самым нагрузку.

### Схема подключения термисторного реле в цепь управления электродвигателем для его защиты.



elektroshkola.ru

- QS1 – выключатель нагрузки;
- FU1...FU3 – предохранитель плавкий;
- SB1 – кнопка отключения электродвигателя;
- SB2 – кнопка включения электродвигателя;
- KM1 – контактор электромагнитный;
- KK1 – термисторное реле;

- Rt1...Rt3 – датчик температуры – термистор (3 термистора по одному для каждой обмотки)
- КК2 – реле тепловое;
- М – электродвигатель.

#### Принцип работы схемы:

С ростом температуры статора электродвигателя растёт и сопротивление цепи термисторов, встроенных в статор. При достижении сопротивления определённой величины, реле размыкает свой контакт управления, тем самым обесточивая цепь питания катушки контактора, что приводит к автоматическому отключению электродвигателя.

### Реле контроля напряжения

Ранее рассмотренные устройства защиты боролись с выделением тепла там, где это не нужно. Но есть устройства иного назначения, они защищают сеть и нагрузку от некондиционного электричества. И наиболее важным является реле контроля напряжения, которое окупается за 1/100 секунды.

Почти наверняка вам попадались новости с описанием того, как "из-за скачка электроэнергии сгорела бытовая техника в подъезде многоэтажки". К счастью, чаще всего новость не содержит информации о пожаре или погибших, но убытки часто исчисляются миллионами рублей.

Чаще всего возмещение убытков со стороны виновного лица происходит после долгих и изматывающих юридических процедур, и часто далеко не полностью покрывает потери пострадавших.

И правда, при обрыве нейтрального проводника возможна ситуация под жаргонным названием "перекос фаз", когда напряжение в розетке вместо 230 В может как понизиться, так и повыситься вплоть до 400 В. Причём, это не кратковременный всплеск из-за переходных процессов от коммутации мощных

нагрузок, а **длительное явление, при котором начинает выходить из строя бытовая техника.**

Почти все бытовые квартирные электроприборы используют лишь одну фазу переменного тока. В таком случае **всех потребителей делят на три примерно равные по мощности группы и подключают к трёхфазному источнику тока по схеме «звезда» с нулевым проводом.** Например, в многоквартирном доме на каждую из фаз подключается примерно 1/3 квартир, и для трансформатора на подстанции весь дом - просто ещё один трёхфазный потребитель. Но в реальности идеального баланса нагрузок по всем трём фазам добиться невозможно, поэтому нулевой проводник начинает играть важную роль – по нему начинает протекать уравнивающий ток, и чем больше дисбаланс потребления токов по фазам, тем больше уравнивающий ток.

В некоторых старых домах такое можно встретить – нулевой проводник от дома до подстанции имеет сечение меньше, чем фазный (внутри квартир они одинакового сечения). И это работало, до недавнего времени.

**Если нагрузки по фазам не сбалансированы – то нулевой проводник становится критически важным для поддержания равного напряжения по фазам**

Это и приводит к тому, что через нулевой проводник незамеченным может течь ток свыше предельно допустимого. А если по проводнику гуляют токи – он нагревается, и при больших токах может перегореть. Чаще всего это происходит в местах подключения, плохой контакт тоже греется

**Представим, что нулевой проводник не выдержал протекающего по нему тока (как было сказано выше – в некоторых старых проектах его сечение меньше фазных, так как в нормальных условиях ток через него небольшой), и перегорел.** В таком случае уравнивающий ток не протекает, **и напряжение, получаемое потребителем каждой фазы, зависит от соотношения мощности нагрузок на соседних фазах.** В худшем случае оно может

стать равным линейному – 400 В (380 В по старинке), например, если у соседей включены обогреватели, а у вас только одна маленькая лампочка. Понятное дело, что электроприборы рассчитанные на 230 В, повышение напряжения воспринимают с энтузиазмом в виде дыма и других пиротехнических эффектов

Может быть и ошибка персонала при отключении для плановых работ на подстанции и последующем подключении – нулевой провод могут перепутать с линейным. Такого рода аварии случаются иногда и гарантируют некоторым потребителям 400 В.

Специально для защиты от таких аварийных ситуаций, когда напряжение в сети начинает превышать норму, придумали устройства под названием "Реле контроля напряжения". Это как раз то, что называется "маст хэв", (must have - англ. - обязан иметь), поскольку окупается практически мгновенно при первой аварийной ситуации. Несмотря на простую функцию устройств, на рынке представлены разные варианты подходов к реализации данной функции. Вот разные варианты реле контроля напряжения



1 Устройство не должно быть чересчур быстродействующим, так как по сети гуляют помехи, которые можно наблюдать как "иголку" амплитудой выше допустимого, но в силу очень малой ширины отключать что-то бесполезно: реле срабатывает банально

дольше, чем длится эта помеха. Для борьбы с такими помехами служат другие устройства (фильтры, УЗИП), а реле контроля напряжения на такие помехи реагировать не должно.

**2. Устройства часто имеют регулировку пороговых значений напряжения отключения.** По ГОСТ допускается  $\pm 10\%$  от номинального значения. Но бывают, например, длинные линии в посёлках и коллективных садах, когда напряжение систематически снижено на 5-10 В ниже нижнего допустимого порога. Если не иметь настройки, то такое реле будет постоянно отключать дом, хотя у владельца в доме нет потребителей, для которых такое напряжение является фатальным.

**3. Наличие гистерезиса и таймера повторного включения.** Многие реле контроля напряжения предназначены включить всех потребителей, как только напряжение нормализовалось. Если это делать сразу, да ещё без гистерезиса (то есть, разницы между порогом отключения и порогом включения), то можно получить неприятное циклическое включение-отключение. Реле будет быстро отключать нагрузку, от чего напряжение в сети изменяется (у проводов есть своё ненулевое сопротивление), и реле вынуждено снова включить нагрузку, от чего напряжение снова уползает за порог и нужно опять отключать... Кроме того, некоторые компрессоры холодильников могут не запуститься сразу после повторного включения, пока давление не выровнялось. Для них адекватной будет задержка перед повторным включением в несколько минут!

**Пониженное напряжение тоже опасно, особенно для асинхронных электродвигателей.** При низком напряжении пусковой момент электродвигателя снижается, ему просто не хватит сил тронуться и раскрутиться с механизмом до номинальной скорости и перейти в рабочий режим.

Это значит, что через обмотки двигателя будет протекать пусковой ток, который гораздо больше номинального, и будет разогревать обмотки мотора не доли секунды, а десятки секунд.

Если защита двигателя не сработает должным образом, то двигатель сгорит.

Особой изюминки добавляет то, что часто единственный асинхронный электродвигатель в доме расположен в компрессоре холодильника (и кондиционера). А двигатель, мало того, что работает в герметичном корпусе, частично погружённый в масло, так и в качестве хладагента всё чаще используется не фреон, а горючий изобутан (r600a). Если по какой-то причине подведёт встроенная защита компрессора, то дело может обернуться пожаром. Помимо компрессоров холодильников, асинхронные двигатели устанавливаются в циркуляционные насосы, вентиляторы, компрессоры и помпы.

Ещё один ожидаемый эффект от пониженного напряжения: потребляемый ток может повыситься, со всеми вытекающими последствиями в виде нагрева кабелей, если нагрузка состоит в основном из импульсных источников питания. Импульсный блок питания, благодаря обратной связи ШИМ контроллера с выходом, работает в широких диапазонах напряжения питания. Посмотрите на блок питания своего ноутбука или зарядник от телефона, там наверняка написано, что входное напряжение 110–240В. Если блок питания обязуется выдать на выходе 12 В и 10 А = 120 Вт, то он эти 120 Вт заберёт из сети. При 220 В ему понадобится 0.54 А, но если напряжение на входе будет 110 В, то потребление вырастет до 1.09 А. Эта нелинейность может сильно озадачить, так как при классической нагрузке (будь она активной или реактивной) при снижении напряжения снижается и ток потребления, а тут при снижении напряжения ввод начинает греться и выбивать правильно рассчитанный автомат защиты.

Поэтому, если среди потребителей есть устройства с асинхронными электродвигателями, необходимо отключение, как по повышенному, так и по пониженному напряжению.

## Особые потребности трёхфазных потребителей

Нельзя просто так взять и поставить три обычных реле контроля напряжения, если у вас трёхфазный ввод. Три отдельных устройства вместо специализированного, трёхфазного, не позволят вам реализовать две важные функции:

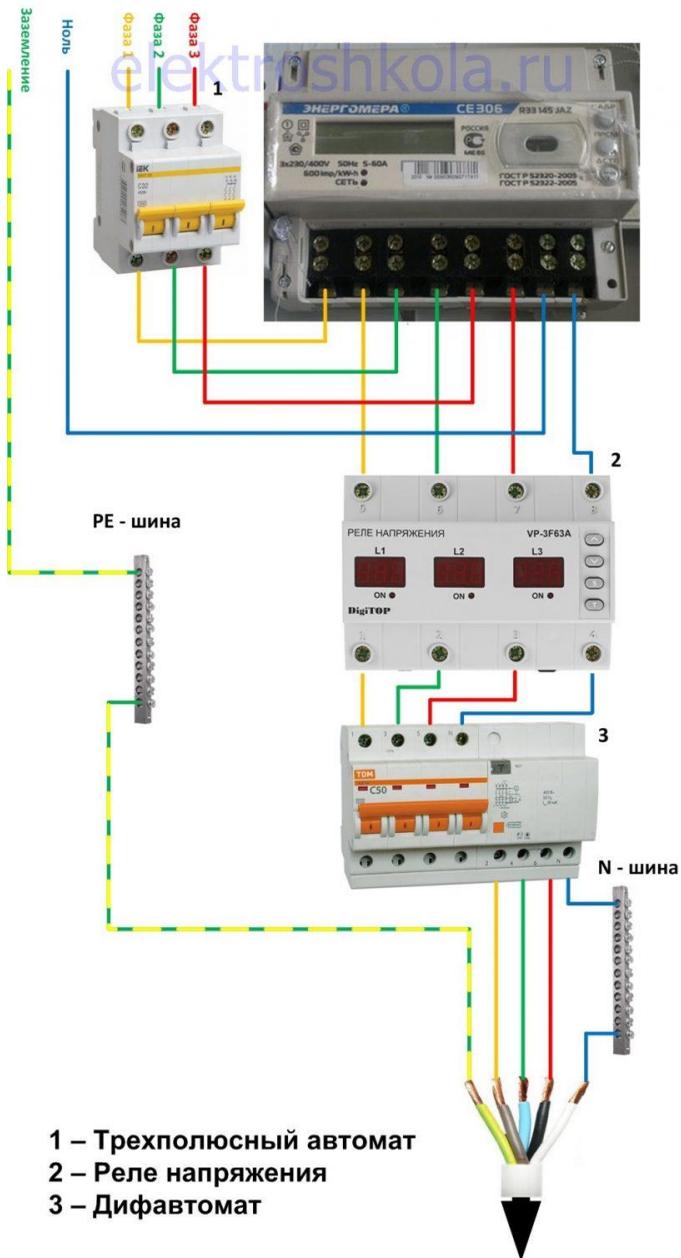
1. Контроль обрыва одной из фаз. Если пропустить этот момент, то трёхфазным электродвигателям станет плохо, и если они не имеют своей защиты, то это чревато аварийным режимом работы.

2. Контроль последовательности фаз. Если где-то ошибётся электрик и перепутает две фазы, то изменится их последовательность, а значит направление вращения всех подключённых к сети трёхфазных двигателей, что опять-таки может привести к механическим поломкам.

Поэтому, если у вас дома/в мастерской/цеху/гараже есть потребители, использующие одновременно три фазы, то и реле напряжения должно быть трёхфазным.



# ВВОД



- 1 – Трехполюсный автомат
- 2 – Реле напряжения
- 3 – Дифавтомат

# Реле напряжения

- по способу установки:

## Стационарные

для установки в  
электрощитках



розеточные  
(встроенные в розетку)



## Переносные

реле напряжения  
вилка-розетка



реле напряжения  
удлинитель



Примером реле с **комбинированной защитой** является вольт-амперное реле, которое контролирует не только напряжение, но и ток электросети тем самым защищая её как от перепадов напряжения, так и от перегрузок, т.е. дополнительно выполняет функцию ограничителя мощности.

**ВАЖНО!** Вольт-амперное реле не обеспечивает защиту сети от токов короткого замыкания и следовательно не может заменить собой автоматический выключатель!

### Пример вольт-амперного реле:

