

110 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 позволяют вам реализовать две важные функции:

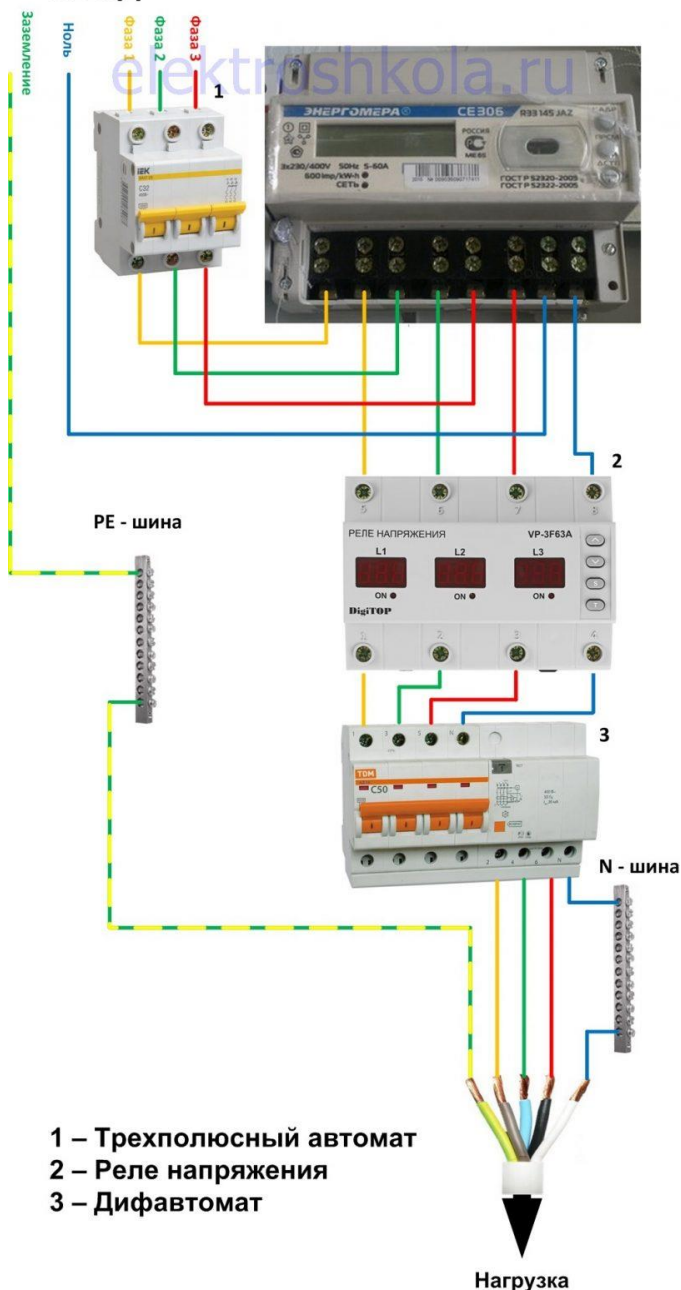
1. Контроль обрыва одной из фаз. Если пропустить этот момент, то трёхфазным электродвигателям станет плохо, и если они не имеют своей защиты, то это чревато аварийным режимом работы.

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 трехфазных 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:

