

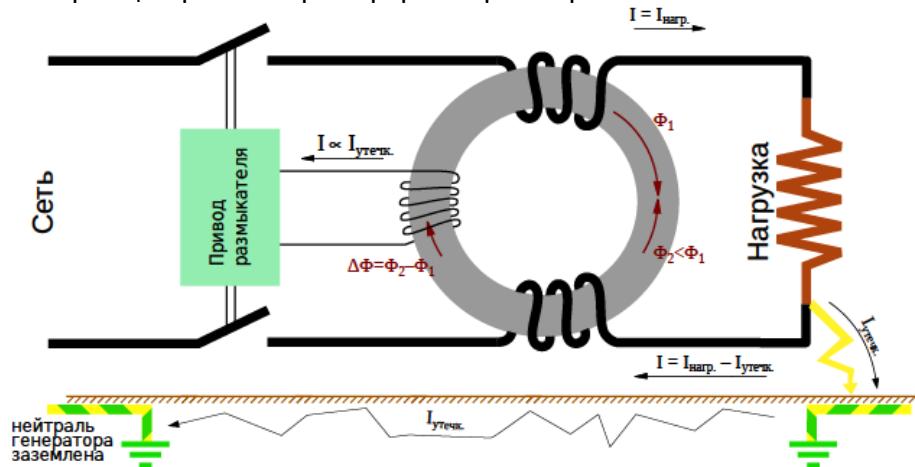
## 67 Выключатели дифференциального тока (УЗО) и дифавтоматы

Устройства защитного отключения (УЗО) это единственные устройства в электрощите, основная цель которых – защита человека от поражения электрическим током. Тысячи разобранных случаев, когда кто-то был убит электричеством, позволили инженерам выяснить некоторые закономерности и предпринять меры. А именно: выяснилось, что случаев смерти, когда человек умер от обращения с напряжением менее 50 В, почти нет. Низкое напряжение, с кучей оговорок, вполне себе безопасно. Однако убивает не напряжение, а ток, протекающий через человека в течение определённого промежутка времени. При токах меньших 30 мА человек вряд ли умрёт и может сам принять меры, если чувствует, что его бьёт током. А вот при токах больше – нужно срочно спасать, иначе погибнет.

Как же защитить человека от поражения электрическим током, не сильно изменяя существующие электросети? Идея проста и гениальна – нужно анализировать дифференциальный ток.

Дифференциальный ток – это разница в токах двух проводников, например между фазным, уходящим в нагрузку и нулевым, возвращающимся из нагрузки. Появление ощутимого дифференциального тока в цепи чаще всего ненормально, это означает, что часть тока уходит вне контура, который, очевидно, перестал быть замкнутым, и лучше отключить цепь, вдруг ток утекает в землю через человека?

Принцип работы трансформатора современного УЗО



На замкнутом магнитопроводе делают две обмотки, включённые в противофазе, и третью обмотку для привода соленоида. Если токи через первую и вторую обмотку равны, то равны и магнитные поля. Так как они направлены навстречу друг другу, то и суммарный магнитный поток через третью обмотку будет равен нулю. Если же есть утечка, токи перестают быть равны, и через третью обмотку начнёт циркулировать магнитное поле, пропорциональное этой разнице. Там, где есть переменное магнитное поле – там есть индукция и возбуждается ток. Если его достаточно для срабатывания соленоида, то якорь высвободит защёлку и отключит цепь.

Электромеханическое УЗО изображено на рисунке



В чёрном корпусе, в который уходят тонкие проводники, находится расцепитель.

Электромеханические УЗО для своей работы используют энергию дифференциального тока – именно он в конечном итоге превращается в механическую силу, которая дёргает расцепитель. Само собой, такие нежные механические узлы не способствовали дешевизне устройства. С появлением недорогой электроники конструкцию УЗО модернизировали – нежный расцепитель, срабатывавший на небольшой дифференциальный ток заменили дубовым соленоидом с электронным усилителем. Расплатой послужила зависимость от напряжения в сети, для работы усилителя приходится брать немного энергии из сети, но такие УЗО получились компактнее и значительно дешевле.

А теперь внимание, важный момент, что будет при коротком замыкании в нагрузке? Ничего! Так как условия для срабатывания нет – разницы токов на входе в УЗО и на выходе из УЗО нет. Провода накаляются докрасна, изоляция расплавится и потечёт на пол, а УЗО не отключится, поскольку не имеет защиты от сверхтока. Поэтому УЗО без встроенной защиты от сверхтока ВСЕГДА применяется в паре с автоматическим выключателем или с плавким предохранителем. Путём скрещивания УЗО и автоматических выключателей производители вывели гибрид – АВДТ (автоматический выключатель дифференциального тока), который чаще на жаргоне называют дифавтоматом, такое устройство самодостаточно и наличия дополнительного автоматического выключателя не требует.

### Типы ВДТ

Изобретённое УЗО отлично работало, если бы не распространение полупроводниковых устройств. Очень многие устройства стали преобразовывать внутри себя напряжение и род тока – делать из переменного тока постоянный, потом снова переменный, иногда другой частоты или величины. Из-за этого стали возможны всяческие неприятные особенности, например, если в устройстве замкнёт на корпус одну из линий с постоянным током, ток утечки будет пульсирующим – в землю будут уходить только положительные полуволны тока. Обычное УЗО в таких случаях может не сработать. Для

таких случаев разработали специальные УЗО, рассчитанные срабатывать не только при синусоидальной форме тока утечки, но и при постоянном пульсирующем токе утечки и назвали их тип А. А старые УЗО, срабатывающие только на переменный ток, назвали тип АС. А для совсем уж неприятных случаев (например, пробой цепей после силовых ключей в преобразователях с высокими частотами преобразования, или пробой выхода выпрямителя с мощными слаживающими конденсаторами) придумали тип В.

Тип В самый универсальный, но при этом и самый дорогой. Конечно, при возможности стоит выбрать самое прогрессивное устройство типа В. Но, к сожалению, в наших условиях чаще всего можно услышать вопрос:



АС



А



В

ставить тип А или тип АС? Ответить на него можно так: тип АС можно выбирать только если устройства на линии не имеют электроники внутри себя. Это, например, обогреватели, бойлеры, вентиляторы с электромеханическим управлением. Наличие любого электронного блока сразу говорит о необходимости типа А, а лучше, конечно же, В.

Если открыть каталог производителей, можно заметить, что УЗО выпускаются на разные дифференциальные токи. Если с причиной выбора тока в 30 мА все понятно, с 10 мА тоже в принципе можно догадаться (ещё более чувствительные устройства для более чуткой защиты в условиях сырости), то зачем нужны устройства с током 100 мА и даже 300 мА? Человек же при таких токах умрёт!

Такие УЗО часто называют "противопожарными", так как в силу большого дифференциального тока защиту человека от поражения электрическим током они обеспечивают слабо, а вот функцию защиты при повреждении изоляции всё ещё выполняют. Если изоляция будет нарушена, и при контакте с другим проводником загорится электрическая дуга, то начнётся обугливание изоляции и выделение тепла, что может поджечь горючие материалы вокруг. Если "повезёт", и ток в дуге будет небольшим, то автоматический выключатель не сработает. А вот выделение тепла и температура могут быть достаточными для пожара. Конечно, потом огонь нарушит изоляцию, произойдёт короткое замыкание и автоматический выключатель сработает, только огонь это уже не погасит.

Отдельная дисциплина споров – какое УЗО лучше, электромеханическое или электронное. В электромеханическом УЗО для отключения используется энергия дифференциального тока, поэтому оно может сработать при обрыве нулевого проводника, да и, в целом, не содержит нежной электроники, но содержит нежную механику. Электронное УЗО требует питания для работы электронного усилителя, поэтому при обрыве нуля работать перестаёт, часто не отключая цепь. У каждой конфигурации есть свои достоинства и недостатки. А для защиты от обрыва нуля я настоятельно рекомендую ставить реле контроля напряжения.

Для контроля исправности УЗО на передней панели есть кнопочка "тест", которая создаёт утечку в обход одной из обмоток через резистор и имитирует появление дифференциального тока. Если УЗО при нажатии на кнопку тест отключилось – то оно исправно.

## УЗО или дифавтомат? (ВДТ или АВДТ?)

Производители с заботой о нас объединили в одном корпусе два устройства – УЗО для защиты от поражения электрическим током и автоматический выключатель для защиты от сверхтока, назвав это АВДТ – Автоматический Выключатель Дифференциального Тока. Продавцы скорее отреагируют на жаргонное название "дифавтомат". Достоинств у такого гибрида не так много – оно компактное, и оно интуитивно понятное (один рычажок, а не два). А вот недостатки есть:

1. Оно лишает гибкости проектировщиков, например, поставить одно УЗО на группу и несколько автоматических выключателей, или, наоборот, один автоматический выключатель на группу и индивидуальные УЗО на линии.
2. Оно усложняет поиск неисправности, так как обычно на АВДТ отсутствует раздельная индикация и сложно понять, почему оно отключилось (варианты: сработал тепловой расцепитель, электромагнитный расцепитель, или электромагнит от дифференциального тока).
3. Запихивание нескольких устройств в компактный корпус всегда заставляет разработчиков идти на компромиссы.

На мой личный взгляд, применение АВДТ оправдано только при модернизации электрощитка, когда места внутри нет, а дифференциальную защиту хочется. Тогда можно вынуть автоматические выключатели шириной один модуль и воткнуть АВДТ шириной один модуль, и перекоммутировать провода. Щиток в таком случае расширять не придётся. В остальных случаях, по моему мнению, предпочтительнее комбинация УЗО+автоматический выключатель.