

TRAVTECH Basics

Обзор решений
по защите от импульсных
перенапряжений

TRAVTECH – универсальная концепция защиты от импульсных перенапряжений компании Phoenix Contact

Импульсные перенапряжения, возникающие в электрических системах при включении/выключении электрооборудования или из-за разрядов молнии, разрушают или повреждают электронные устройства. Профессиональная система защиты от импульсных перенапряжений TRAVTECH эффективно предохраняет электрическое оборудование от разрушения из-за импульсных перенапряжений.



Рис. 1а: Интегральная микросхема, разрушенная в результате воздействия импульсных перенапряжений



Рис. 1б: Поврежденный дифференциальный автоматический выключатель (RCD)

Статистические данные компаний, занимающихся страхованием электронного оборудования, показывают, что доля ущерба, вызванного импульсными перенапряжениями, составляет до 25%. Если ущерб, причинённый аппаратной части, страховые компании в большинстве случаев возмещают операторам электронного оборудования, то от ущерба программной части и от выхода систем из строя, связанного с крупными финансовыми проблемами, никакой защиты нет.

Чем выше уровень интегрированности электронных систем, тем меньше их устойчивость против импульсных перенапряжений.

Каждая электрическая цепь работает со своим номинальным напряжением. Импульсное перенапряжение – это увеличение напряжения сверх максимального допустимого значения для данной электрической цепи. Рассматриваемые здесь импульсные перенапряжения представляют собой очень кратковременные воздействия, когда фактическое напряжение превышает номинальное в несколько раз.

Во многих случаях они становятся причиной повреждений электрической цепи и ее компонентов (источника напряжения, потребителей и т.д.). Степень повреждения в значительной мере зависит от электрической прочности конструктивных элементов. Блок питания на 230/400 В не будет разрушен переходным напряжением в 500 В, возникшим, например, в результате включения индуктивных потребителей, так как это напряжение не превышает номинальное даже в 2,5 раза и появляется лишь на очень короткое время в диапазоне нескольких мс. Электрическая прочность таких устройств в зависимости от области применения – в инженерной структуре здания или в промышленной сфере – составляет около 1,5 кВ или 2,5 кВ.

Иначе выглядит ситуация с электрической цепью 5V DC, соединенной с интегральной микросхемой. В этом случае такое же импульсное перенапряжение в 100 раз превышает номинальное напряжение и неизбежно приведет к разрушению системы. У микросхемы устойчивость к разрушению на много порядков ниже, чем у конструктивных элементов электрической цепи (см. рис. 1а и 1б). Импульсные перенапряжения имеют очень короткое время нарастания, несколько мс, и затем сравнительно медленно спадают – это процесс занимает от нескольких десятков мс до нескольких сотен мс. Чтобы такие импульсные перенапряжения не привели к разрушению чувствительного электрического оборудования, провода, по которым проходит столь высокое напряжение, должны быть очень быстро накоротко замкнуты на систему уравнивания потенциалов.

При отводе импульсов перенапряжений, сила тока может достигать нескольких тысяч ампер. В то же время во множестве случаев ожидается, что защитный элемент должен удерживать выходное напряжение на возможно низком уровне, несмотря на высокую силу отводимого тока. Для этого используются такие элементы, как искровые промежутки, газонаполненные разрядники с защитой от импульсных перенапряжений, варисторы и диоды-супрессоры – по отдельности или в комбинированной схеме. Использовать такую комбинацию имеет смысл потому, что каждый из элементов обладает специфическими свойствами, различающимися по следующим критериям:

- скорость срабатывания,
- мощность отводимого тока,
- способность к гашению сопровождающих токов,
- уровень защиты.

Phoenix Contact предлагает широкий спектр устройств защиты от импульсных перенапряжений серии TRAVTECH (Transient Absorbion Technologie, т.е. технология поглощения перенапряжений, вызванных переходными процессами).

Защита от импульсных перенапряжений является составной частью комплексной задачи обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС).



Оглавление

1.0 Области применения	4
2.0 Возникновение и воздействие импульсных перенапряжений	4
3.0 Защита от импульсных перенапряжений	6
4.0 Конструкция и принципы действия УЗИП	7
5.0 Концепция защиты и выбор УЗИП	11
6.0 Установка УЗИП	13
7.0 Проверка УЗИП	22
8.0 Приложение	23

1.0 Области применения

1.1 Энергоснабжение

Защита систем энергоснабжения должна быть организована селективно, чтобы иметь возможность и поглощать вызванные грозовыми разрядами длительные импульсы с высокой амплитудой, и обеспечивать низкий уровень остаточных напряжений. В качестве первой ступени такой защиты при необходимости можно использовать грозовой разрядник FLASHTRAB. Он позволяет отводить разряды молний до 100 кА (10/350) μ с. Мы предлагаем различные разрядники для разных задач, а также комбинированные защитные устройства - такие, как FLASHTRAB сопрас. Они различаются главным образом по мощности отводимого тока и предназначены для сетей разных типов.

Вторая ступень защиты по снижению напряжения – VALVETRAV. Это защитное устройство рассчитано на отводимый ток 40 кА (8/20) μ с при однократном действии или 20 кА (8/20) μ с при многократном действии и снижает напряжение до значений, неопасных для потребителей на 230 В, в соответствии с нормами DIN VDE 0110 или IEC 60364-4-443.

В качестве третьей ступени защиты используются модули для монтажа на DIN-рейку с интегрированными схемами защиты MAINS-PLUGTRAB, адаптеры для розеток с защитным контактом MAINTRAB или другие УЗИП, устанавливаемые непосредственно перед защищаемым устройством.

При монтаже необходимо следить за тем, чтобы при размещении отдельных УЗИП они были развязаны. Развязка обеспечивается за счет индуктивности имеющихся линий или за счет применения разрядников с триггерной схемой, и более слабые по мощности УЗИП защищаются более сильными разрядниками.

1.2 Контрольно-измерительные приборы

Для защиты интерфейсов в цепях контрольно-измерительной аппаратуры, которые намного более чувствительны к импульсным перенапряжениям, чем системы электроснабжения, предусмотрены такие УЗИП, как MCR-PLUGTRAB, COMTRAB и TERMITRAB. УЗИП для измерительных цепей классифицируются по уровням напряжения и характеру заземления электрических цепей.

Принципиальная схема MCR-PLUGTRAB – не прямое параллельное подключение газонаполненных разрядников для защиты от импульсных перенапряжений и диодов-суппрессоров. Это позволяет отводить ток 10 кА (8/20) μ с при очень низком и точном ограничении напряжения с очень коротким временем срабатывания.

Блоки MCR-PLUGTRAB особенно удобны в применении благодаря возможности контроля и отсутствию влияния на режим работы цепи. Элементы развязки – индуктивности или сопротивления – располагаются в основной части и сохраняются в электрической цепи, независимо от того, подключен ли к базовому элементу штекер с защитным контактом. Для измерительных цепей это особенно важно. Защитные элементы не связаны в штекере в петли, благодаря чему их функциональные характеристики легко проверить на штекерном разъеме измерительного устройства. Для этого имеются специальные тестеры – такие, как CHECKMASTER (см. раздел 7). Протестировать можно и COMTRAB – УЗИП, которое при параллельном включении с размыкаемыми и неразмыкаемыми плинтами LSA-Plus при импульсных перенапряжениях отводит ток из каждой отдельной жилы на землю через развязанные друг с другом элементы грубой и тонкой защиты. Самый маленький по конструкции элемент этого модельного ряда – TERMITRAB, клеммный модуль с интегрированными элементами для защиты от импульсных перенапряжений в двух исполнениях: выходной или входной модуль для сигнальных линий контрольно-измерительных устройств в распределительных шкафах.

1.3 Интерфейсы передачи данных

УЗИП для систем передачи данных различаются как по электрической схеме, так и по конструкции.

DATATRAV – это адаптер для защиты от импульсных перенапряжений, который устанавливается на кабель передачи данных непосредственно перед защищаемым устройством.

Защита интерфейсов в высокоскоростных сетях, таких как Ethernet, CDDI или Token Ring, является сегодня обязательным требованием.

Предназначенные для этого УЗИП предлагаются в исполнениях для различных соединений, например, RJ (Modular Jack) или для других разъемов.

COAXTRAB – защитное устройство для коаксиальных сигнальных линий – может использоваться для защиты как IT-систем, так и систем видеонаблюдения (наружных камер).

Чтобы УЗИП функционировало надлежащим образом, необходимо наличие системы уравнивания потенциалов, выполненной в соответствии с современными достижениями, а монтаж должен быть произведен в соответствии с действующими региональными правилами, стандартами и нормами.

2.0 Возникновение и воздействие импульсных перенапряжений

Импульсные перенапряжения возникают при включении/выключении электрооборудования, а также в результате электростатических и грозовых разрядов. Через подключенные линии электропитания, измерительные линии и линии передачи данных они создают помехи для электрического и электронного оборудования, имеющие активный, индуктивный, емкостный или волновой характер.

На рис. 2.0-1 показано, как линии электропитания и передачи данных совместно формируют индуктивную петлю внутри здания. Такая же индуктивная петля может сформироваться и всего лишь двумя кабелями линии передачи данных или двумя кабелями линии электропитания.

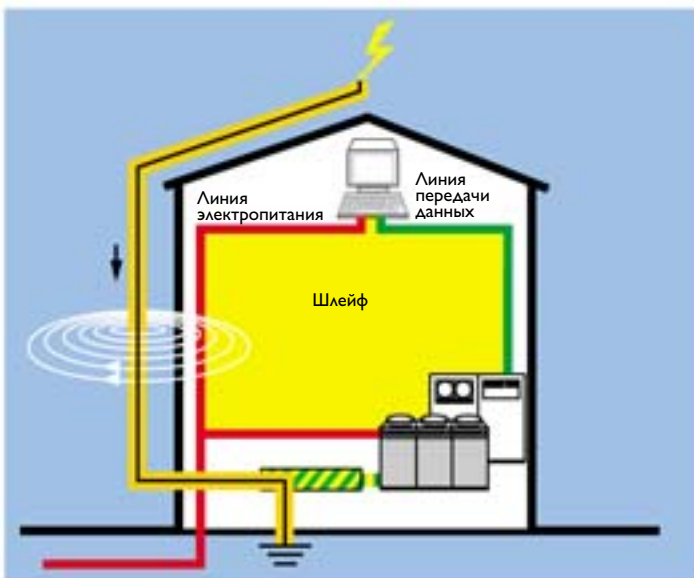


Рис. 2.0-1: Индуктивная петля, образованная линиями электропитания и передачи данных

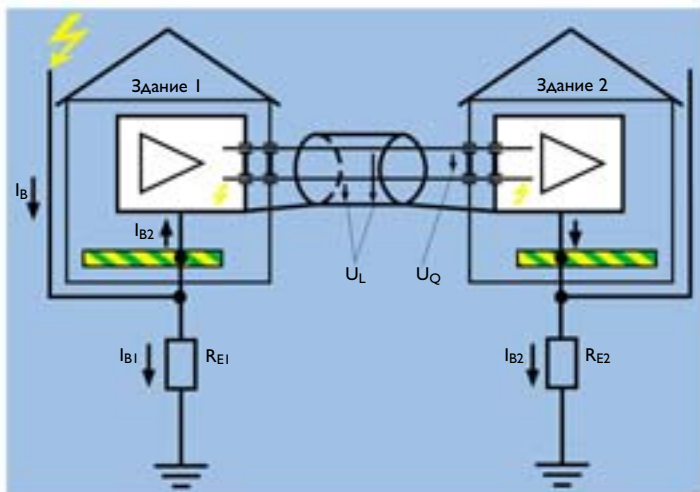


Рис. 2.0-2: Продольное и поперечное напряжение

Перенапряжение между рабочим проводником и заземлением называется "продольным напряжением U_L " (рис. 2.0-2), импульсное перенапряжение между двумя незаземленными проводниками - "поперечным напряжением U_Q " (рис. 2.0-2). Величина наведенного импульсного перенапряжения возрастает с увеличением длин контуров индуктивных петель.

Когда начинали работать первые вычислительные центры с мощными компьютерами, об электромагнитной совместимости компьютеров и окружающей среды думали мало или вовсе не думали. В этом практически не было необходимости, так как первые поколения вычислительных машин были еще очень устойчивыми против возможных возбуждающих воздействий.

С сегодняшней точки зрения эти компьютеры при сравнительно низкой мощности занимали очень много места.

Большая площадь вычислительного центра допускала разводку кабелей на значительном расстоянии друг от друга, что уменьшало взаимные наводки, потому пробоев между двумя точками с разными потенциалами можно было не опасаться.

Пробои из-за значительного различия потенциалов не возникают при нормальной работе системы, они появляются из-за импульсных перенапряжений, которые поступают из внешних источников помех.

За прошедшее время компьютерные технологии развились настолько, что сегодня ПК с миниатюрной периферией сопоставим по объему памяти и скорости работы с компьютером, для которого много лет назад требовалось целое отдельное помещение.

Вполне понятно, что в таком ПК расстояния между двумя токоведущими частями на печатной плате весьма невелики. Но импульсные перенапряжения, поступающие из внешних источников помех, имеют ту же силу, что и десятилетия назад.

Поскольку электрическая прочность между двумя точками с разным электрическим потенциалом уменьшается с уменьшением расстояния между ними, при работе современных компьютеров уже неизбежны помехи и разрушения, если не принять соответствующих мер - в частности, по защите от помех и импульсных перенапряжений.

К счастью, лишь немногие операторы вычислительных центров или других чувствительных электронных систем считают, что они достаточно защищены благодаря "внешней молниезащите".

Даже если отвлечься от того, что системы молниезащиты могут функционировать только в том случае, если они укомплектованы "внутренней молниезащитой" согласно DIN V VDE V 0185, часть 4 или - в будущем - IEC 62305, часть 4, "внешняя молниезащита" вызывает проблемы с электромагнитной совместимостью электрических устройств, находящихся внутри здания.

Если система молниезащиты примет и ответит разряд молнии, это приведет к электромагнитным воздействиям, и в линиях передачи данных и индуктивных петлях на печатных платах электрических приборов возникнут импульсные перенапряжения.

Точно так же импульсные перенапряжения возникают в индуктивных петлях тогда, когда более или менее близко от электронной системы разряд молнии отводится на землю (рис. 2.0-3).

В этом случае будет оказано воздействие на все линии, проходящие параллельно или по диагонали относительно траектории разряда молнии. Напряжения в несколько тысяч вольт в сети электроснабжения или в линии передачи данных, подключенной к компьютеру - не редкость.

Но импульсные перенапряжения возникают не только в результате разрядов молнии.

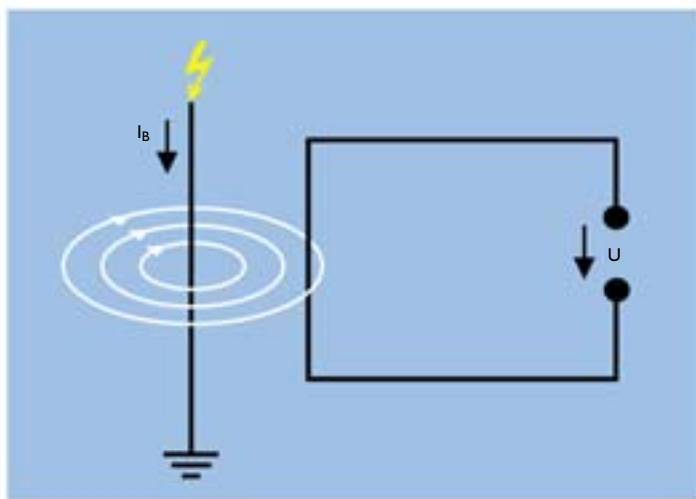


Рис. 2.0-3: Разряд молнии и наведение тока в близких электрических цепях

При очень быстром изменении тока в электрических цепях по закону электромагнитной индукции всякий раз возникают импульсные перенапряжения. Это может произойти, например, при включении силовых установок, при коротком замыкании в них или в случае электростатических разрядов. В этом случае весьма вероятно повреждение электронного оборудования.

Опасность, связанная с импульсными перенапряжениями, никак не дает о себе знать заранее. Однако существуют признаки недостаточной надежности системы против таких воздействий.

К примеру, необъяснимое "зависание" электроники в любой момент или помехи, постоянно возникающие в определенное время года, в один из дней недели или каждый день в одно и то же время.

В таком случае следует немедленно принять меры для защиты системы.

3.0 Меры защиты от импульсных перенапряжений

3.1 Первичные и вторичные меры защиты

Существует две принципиальные возможности создать эффективную защиту от импульсных перенапряжений:

- абсолютная развязка, которая должна быть реализована таким образом, чтобы исключить возможность воздействия помех и наводок,
- последовательное уравнивание потенциалов между всеми активными и пассивными составляющими системы.

Оба варианта – и абсолютная развязка, и уравнивание потенциалов – работают только в том случае, если они реализованы безупречно.

Абсолютная развязка, которая должна быть устойчивой и к индуктивным, и к емкостным воздействиям, на практике практически не реализуема.

Полное уравнивание потенциалов должно задействовать все активные провода, в т. ч. электропитания и передачи данных.

Для этого требуются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), которые лишь на очень короткое время создают при появлении импульсного перенапряжения короткое замыкание между двумя точками с разным потенциалом.

В нормальном рабочем состоянии эти УЗИП следует рассматривать как разомкнутые ключи, которые не оказывают воздействия на электрическую цепь. Короткое замыкание создается в диапазоне наносекунд и удерживается в соответствии с длительностью импульсного перенапряжения в течение нескольких микросекунд.

Первичные меры для защиты от импульсных перенапряжений - экранирование, заземление, уравнивание потенциалов и раздельный монтаж линий, которые могут воздействовать друг на друга.

Идеальные условия, соответствующие названным первичным мерам защиты, на практике создать невозможно. Поэтому в качестве дополнительной меры защиты необходимо устанавливать устройства защиты от импульсных перенапряжений, если существует возможность появления импульсных перенапряжений. Использование устройств защиты от импульсных перенапряжений рассматривается как вторичная мера защиты против возникающих импульсных перенапряжений. Такие устройства защиты позволяют снизить воздействие переходных процессов до уровня, безопасного для электронных систем.

3.2 Защита на этапе эскизного проектирования

Лучше всего принимать меры защиты от импульсных перенапряжений еще на стадии проектирования, когда имеется максимум возможностей снизить издержки при создании эффективной концепции защиты.

Условие корректной работы УЗИП – полное уравнивание потенциалов, выполненное согласно действующим нормам,

с соответствующим подключением к заземляющему устройству. Заземляющее устройство необходимо устанавливать на самой первой стадии строительства, во время земляных и фундаментных работ, и потому его установку следует учитывать уже при строительном-техническом проектировании.

Места установки чувствительных электрических и электронных систем классифицируются по защитным зонам ЭМС. Эти защитные зоны определяются по электрической прочности эксплуатируемых в них систем (см. также раздел "Установка УЗИП").

Устройства и системы с приблизительно одинаковой электрической прочностью должны располагаться в одном помещении, в общей защитной зоне ЭМС либо образовывать общую защитную зону ЭМС.

Эффективная концепция защиты, объединенная понятием "всеохватывающей защиты от импульсных перенапряжений", включает все интерфейсы электрических цепей, входящих в электрическую или электронную систему либо выходящих из нее. Благодаря использованию совместимых с данной системой устройств защиты от импульсных перенапряжений разрушительные импульсные перенапряжения не допускаются до чувствительных интерфейсов электрических и электронных систем.

Устройство защиты от импульсных перенапряжений включает схемы защиты с использованием различных конструктивных элементов: искровых промежутков, газонаполненных разрядников, варисторов и диодов-суппрессоров.

УЗИП может содержать от одного до трех элементов защиты. Само название "разрядник" показывает, что действие этого устройства связано с разрядом.

При этом речь идет о токах, которые протекают по разряднику в результате приложения импульсного напряжения. Задача разрядников состоит не в том, чтобы преобразовать переносимую электрическую энергию (напр., в тепло), а в отводе импульсов тока на землю.

Поэтому для обеспечения низкого остаточного напряжения между защищаемой линией и землей решающим фактором является низкое сопротивление (низкий импеданс) всего пути отвода, то есть устройства защиты от импульсных перенапряжений и подключенных к нему отводов.

Поскольку этот путь проходит через систему уравнивания потенциалов здания, сопротивление системы уравнивания потенциалов должно быть как можно меньшим.

При отводе импульсного тока на землю по закону электромагнитной индукции в проводе наводятся импульсные перенапряжения.

$$U = L \, di/dt$$

U = напряжение на проводе в В

L = индуктивность в Н

di/dt = скорость нарастания тока

Воздействовать на индуктивное сопротивление можно только путем изменения длины линии или путем параллельного подключения линий. Поэтому наилучшим техническим решением, позволяющим снизить общий импеданс цепи, а следовательно, и остаточное напряжение, является петлеобразная система уравнивания потенциалов с минимальной длиной петли.

3.3 Разнообразие требований к защите

Защита от импульсных перенапряжений линий электропитания и передачи данных делится на три степени.

Интерфейсы информационной, телекоммуникационной и контрольно-измерительной техники намного чувствительнее, чем входные линии питания конечных устройств. Поэтому для интерфейсов передачи данных обязательно необходима тонкая защита. Схемы защиты имеют одно- или двухступенчатую структуру.

Первая ступень защиты линий электропитания - мощный воздушный разрядник – устанавливается либо на вводе в здание, либо в главном распределительном щите.

Поскольку остаточное напряжение воздушного разрядника достаточно высокое, в зависимости от зоны защиты необходимо устанавливать более тонкие ступени защиты. Во всех распределительных щитах, таких как этажные распределительные устройства или клеммные коробки крупных электронных систем, необходимо в качестве второй ступени защиты устанавливать устройства защиты на основе варисторов.

Третья ступень - защита приборов: устройства защиты от импульсных перенапряжений устанавливаются непосредственно перед электронным оборудованием, требующим защиты.

Например, обычную розетку с защитным контактом легко заменить на розетку с защитным контактом со встроенной защитой от импульсных перенапряжений или на разрядник с защитой устройств, который можно адаптировать к любому типу розетки/выключателя. (рис. 3.3-1). Кроме того, имеется и целый ряд других конструктивных форм устройств защиты от импульсных перенапряжений: штекерные адаптеры, фильтры или модули для установки на монтажных рейках.

Устройства защиты от импульсных перенапряжений для линий передачи данных должны соответствовать конструкциям и схемам соответствующих интерфейсов. Примеры таких защитных устройств показаны на рис. 3.3.-2. Они включают в себя взаимно согласованные элементы грубой и тонкой защиты.



Рис. 3.3-1: MAINS-PRINTRAB
Универсальное устройство защиты приборов для установки в кабельных каналах или в розетках скрытой проводки

Необходимые для коммутации развязывающие резисторы имеются на схемах защиты. Такие устройства защиты от импульсных перенапряжений устанавливаются на входе линии передачи данных в рассматриваемой защитной зоне. В отличие от технологии параллельного подключения разрядников для сетей электропитания, устройства защиты от импульсных перенапряжений для контрольно-измерительных систем и для устройств обработки данных подключаются в линию последовательно. Поэтому соответствующие УЗИП следует устанавливать с обеих сторон – как на передатчике, так и на приемнике информации.



Рис. 3.3-2: УЗИП для линий передачи данных

После того как устройства и системы с одинаковой электрической прочностью совместно располагаются в одной защитной зоне ЭМС, все входящие в защитную зону электрические цепи подключаются к защитным устройствам, которые позволяют удерживать остаточное напряжение на безопасном для оборудования уровне. Кроме того – что уже было названо в качестве основного условия – внутри каждой защитной зоны необходимо создать высококачественную систему уравнивания потенциалов.

4.0 Конструкция и принципы действия УЗИП

4.1 Разрядники для линий электропитания

Когда речь идет о защите линий электропитания от импульсных перенапряжений, различают:

- молниезащитные разрядники (тип I / класс I)
- мощные УЗИП (тип 2 / класс II)
- УЗИП для приборов и оборудования (тип 3 / класс III)

Молниезащитные разрядники - самые мощные из всех устройств защиты. Они состоят из двух электродов, разделенных воздушным промежутком, и выдерживают прямое поражение молниями.

В качестве молниезащитных разрядников используются как закрытые, так и открытые искровые промежутки (см. рис. 4.1-1). Наряду с отводимым током важное значение имеет также способность гашения сопровождающих токов (ток короткого замыкания источника) - значение тока, которое разрядник может погасить самостоятельно, без срабатывания предохранителя.

Электроды в форме сопла, показанные в разрезе на рис. 4.1-2, создают очень благоприятные условия для гашения сопровождающих токов. Технология закрытых искровых промежутков также позволяет самостоятельно погасить сопровождающие токи 25 кА и более. При этом не срабатывают даже предохранители с очень низким номиналом.



Рис. 4.1-1: Герметичный искровой промежуток

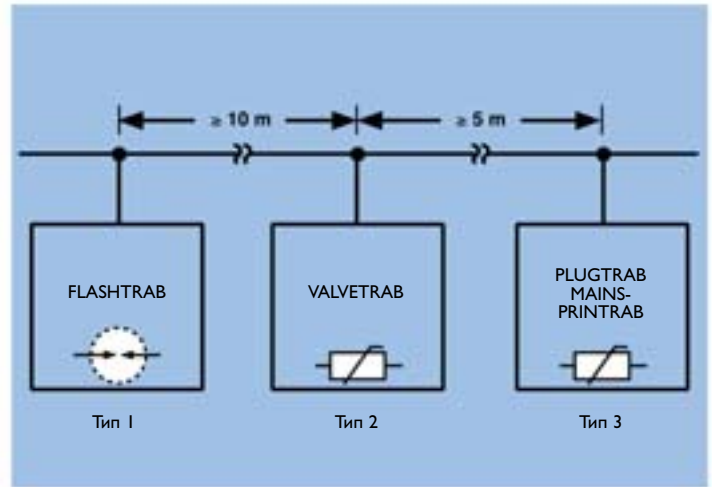


Рис. 4.1-3 Линия как элемент развязки



Рис. 4.1-2: Открытый искровой промежуток

В УЗИП, предназначенных для установки в главном или вторичном распределительных щитах, в качестве элемента защиты используются мощные варисторы.

В УЗИП третьего класса применяются комбинационные схемы варисторов или варисторов и газонаполненных разрядников.

При этом газонаполненные разрядники включаются последовательно вместе с варисторами между L и PE или N и PE. Согласно различным национальным и международным нормам, варисторы, эксплуатируемые в силовых цепях, необходимо регулярно проверять на повышение температуры, т.е. на наличие токов утечки.

Поэтому варисторы, используемые для защиты линий электропитания, всегда должны быть оснащены термозащитными устройствами. УЗИП для приборов и оборудования располагаются непосредственно перед защищаемым прибором/устройством.

Для обеспечения эффективной защиты линий электропитания от импульсных перенапряжений устройства защиты классов I, II и III должны быть развязаны. УЗИП классов I и II подключаются параллельно линиям электропитания, т.е. между внешними линиями и землей.

Благодаря этому в случае неисправности этих разрядников или последовательно включенного предохранителя электроснабжение не прерывается. УЗИП различных ступеней защиты должны быть скоординированы друг с другом.

Современные методы координации позволяют непосредственно устанавливать разрядники 1-го и 2-го типа рядом друг с другом. Первоначальная методика координации требует соблюдения установленную минимальную длину линии.

Расстояние между молниезащитным разрядником с напряжением срабатывания около 4 kV и варистором с рабочим напряжением 275 V не должно быть менее 10 м. Расстояние между варистором и УЗИП для приборов должно быть не менее 5 м.

Требуемая длина линии развязки указана на рис. 4.1-3. При протекании импульсного тока по линии, в силу собственной индуктивности линий возникает напряжение. Сумма этого напряжения и напряжения ограничения УЗИП (например, мощного варистора) равна необходимому напряжению срабатывания УЗИП более низкой ступени защиты, например, молниезащитного разрядника.

Если в молниезащитном разряднике сработал искровой промежуток, он полностью принимает на себя импульсный ток. Коммутация импульсного тока осуществляется так же, как описано ниже в разделе "Комбинированные схемы защиты".

Особенно эффективна энергетическая координация между варистором и молниезащитным разрядником с управляемыми искровыми промежутками. Используемая технология называется АЕС. Она описана в разделе "Взаимодействие различных типов УЗИП в сети электропитания" на странице 17.

Затем в дополнение к защите линий электропитания защита реализуется в линиях передачи данных, измерительных и антенных линиях. Большинство УЗИП, предназначенных для использования в этих сферах, имеют многоступенчатые защитные схемы с конструктивными элементами разной мощности и разным уровнем защиты.

4.2 Конструктивные элементы и многоступенчатые схемы защиты для линий передачи данных

4.2.1. Газонаполненные разрядники

В качестве элемента грубой защиты используются газовые разрядники, наполненные инертным газом (газоразрядники), которые в стандартном исполнении могут отводить импульсные токи до 10 кА (8/20) мс (рис. 4.2.1-1).

Но существуют и газонаполненные разрядники с номинальным импульсным током до 100 кА (10/350) мс.

Нет оснований ожидать, что в линиях передачи данных могут возникнуть токи разряда более 10 кА (8/20) мс, так как эти кабели имеют сравнительно малое сечение и высокое сопротивление, эффективно ограничивающее ток в линии. Но газоразрядник со временем срабатывания около 100 наносекунд, уже несколько десятилетий используемый в телекоммуникационной технике, имеет не только преимущества. Его недостаток состоит в том, что параметры срабатывания имеют временную зависимость (рис. 4.2.1-2).

Переходные процессы с большим временем нарастания (напр., $du/dt \sim 100 \text{ V/c}$) пересекают кривую срабатывания на участке, проходящем почти параллельно к оси времени. Поэтому в таком случае уровень защиты примерно соответствует номинальному напряжению газоразрядника.

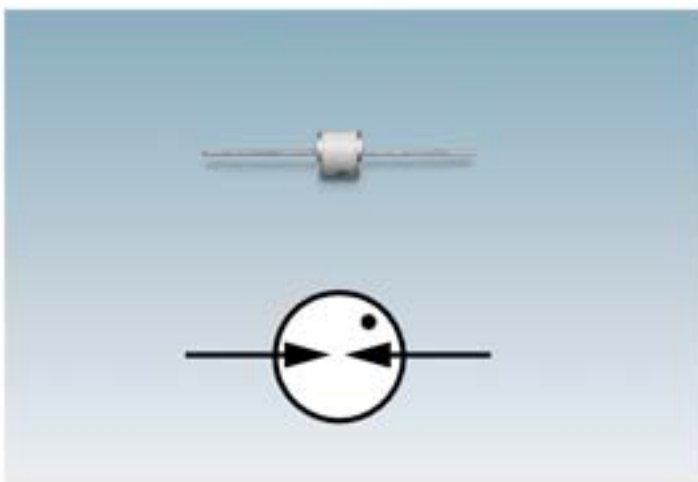


Рис. 4.2.1-1: Газоразрядник

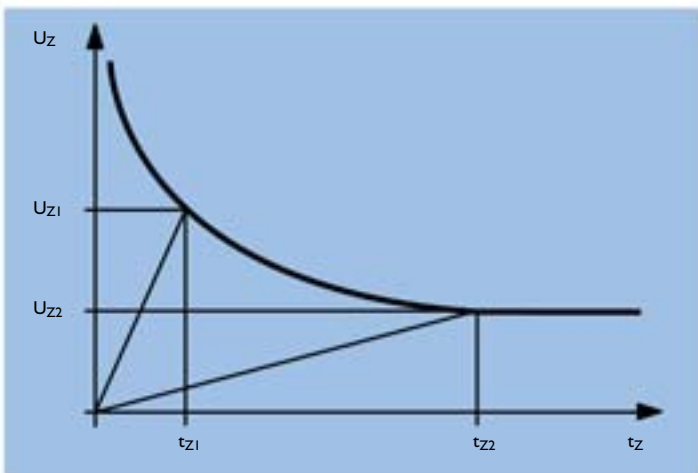


Рис. 4.2.1-2: Кривая газоразрядника

Но переходные процессы, протекающие весьма быстро, пересекают кривую срабатывания в точке, где напряжение может в десятки раз превышать номинальное напряжение газоразрядника.

При номинальном напряжении газоразрядника 75 В это означает остаточное напряжение 750 В. Другой недостаток – слабая способность к гашению сопровождающих токов. При зажигании разрядника всего на несколько микросекунд в мощной низкоомной линии питания 24 В остаточный ток КЗ может быть таким высоким, что разрядник просто взорвется. Для предотвращения такой ситуации следует в линию установить плавкий предохранитель.

4.2.2. Варисторы

Применение варисторов позволяет дополнительно снизить остаточное напряжение после отвода мощного импульса тока (рис. 4.2.2-1 и 4.2.2-2).

Варисторы, имеющие приблизительно те же размеры, что и газоразрядники, не в состоянии отводить столь мощный ток.

Зато благодаря высокой скорости срабатывания (около 25 нс) они реагируют быстрее, и решают проблемы с остаточными токами КЗ. В защитных схемах для измерительных электрических цепей используются варисторы на токи от 2,5 кА до 5 кА (8/20) мс.

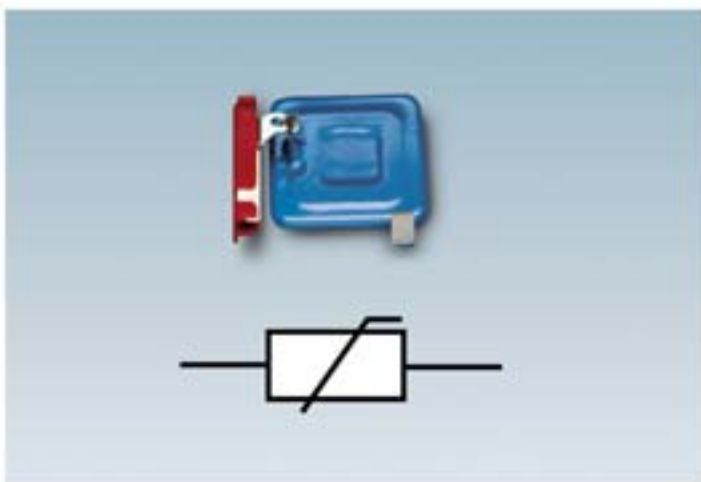


Рис. 4.2.2-1: Варистор

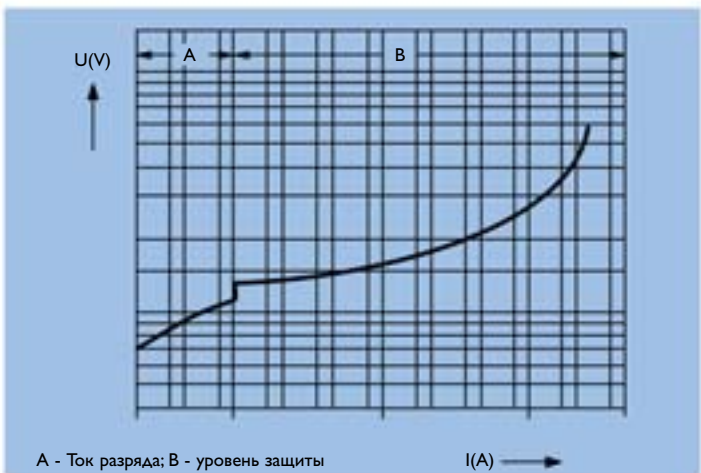


Рис. 4.2.2-2: VAX варистора

Эти варисторы по размерам больше, чем газоразрядники, рассчитанные на ток 10 кА (8/20) μ s. Но и варисторы имеют свои недостатки – это старение варисторов и относительно высокая емкость.

Под старением понимается ухудшение защитных свойств с течением времени. Так как рп-переходы в большинстве случаев вызывают при перегрузке короткое замыкание, варистор в зависимости от частоты нагрузки начинает пропускать ток утечки, который в чувствительных измерительных цепях может стать причиной искажения измеряемых значений и – в особенности в цепях электропитания – сильного нагревания.

Высокая емкость варисторов во многих случаях исключает их применение в высокочастотных линиях передачи данных. В сочетании с индуктивностью линии эти емкости образуют фильтр нижних частот, который приводит к значительному подавлению сигнала.

Однако на частотах менее 30 КГц такое подавление практически незаметно.

4.2.3. Диоды-супрессоры

В силу низкой электрической прочности чувствительных электронных схем уровень защиты, обеспечиваемый при использовании газонаполненного разрядника или варистора, все еще слишком высок. Поэтому может потребоваться включить в защитную схему ещё одну ступень.

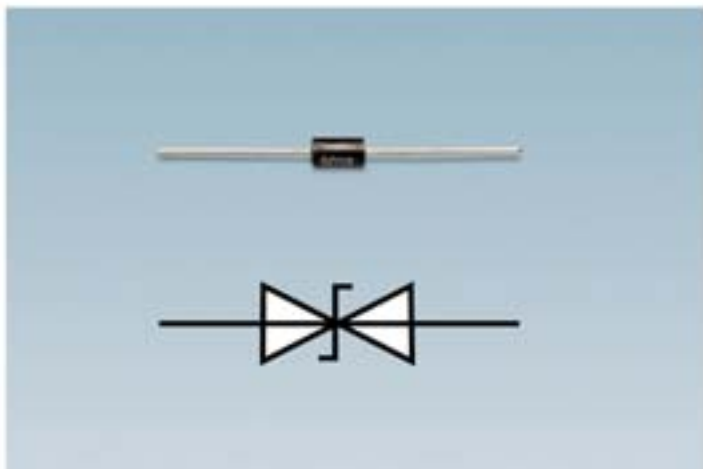


Рис. 4.2.3-1: Диод-супрессор

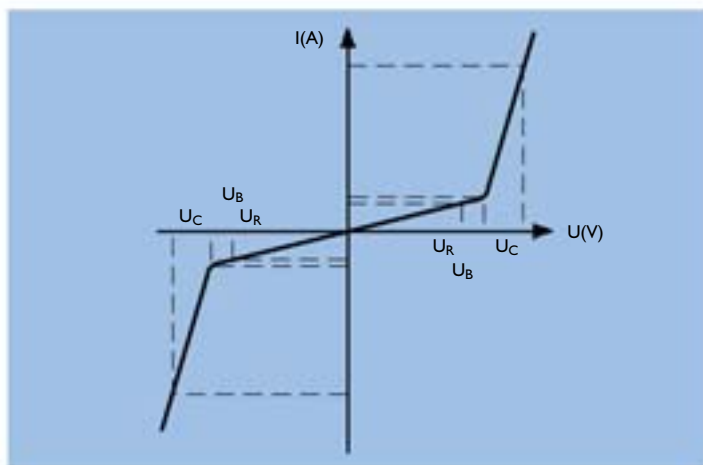


Рис. 4.2.3-2: ВАХ диода-супрессора

В качестве элемента тонкой защиты применяются диоды-супрессоры, которые срабатывают очень быстро (рис. 4.2.3-1 и 4.2.3-2). Время срабатывания составляет единицы пикосекунд. Остаточное напряжение супрессоров примерно в 1,8 раза выше номинального напряжения. Но и эти диоды имеют недостатки, проявляющиеся в низкой нагрузочной способности по току и сравнительно высокой емкости. При номинальном напряжении в 5V DC максимальная сила отводимого тока составляет 600 А, при использовании специальных диодов – до 900 А (8/20) μ s. При более высоком номинальном напряжении сила отводимого тока может составлять лишь несколько десятков ампер. Диоды-супрессоры также обладают довольно высокой собственной емкостью. Она увеличивается с уменьшением номинального напряжения.

В сочетании с индуктивностью подключенных линий здесь также появляется фильтр нижних частот. В зависимости от частоты сигнала подключенной электрической цепи фильтр нижних частот оказывает подавляющее воздействие на передачу данных.

4.2.4 Комбинированные схемы защиты

Для обеспечения максимальной эффективности защиты желательно использовать преимущества отдельных элементов – газоразрядников, варисторов, диодов-супрессоров – и устранять их недостатки. Поэтому такие элементы подключают параллельно, используя развязывающие элементы.

Такая схема, описанная в специальной литературе, а также в информационном проспекте о модельном ряде УЗИП Phoenix TRAVTECH, показана на рис. 4.2.4-1.

При возникновении импульсного перенапряжения первым срабатывает самый быстрый конструктивный элемент – диод-супрессор. Схема рассчитана таким образом, чтобы импульс тока через диод не смог разрушить его прежде, чем включится газовый разрядник. Для этого необходимо выполнение условия:

$$u_S + \Delta u > u_G$$

u_S - напряжение на диоде-супрессоре

Δu - дифференциальное напряжение на развязывающей индуктивности

u_G - напряжение срабатывания газоразрядника

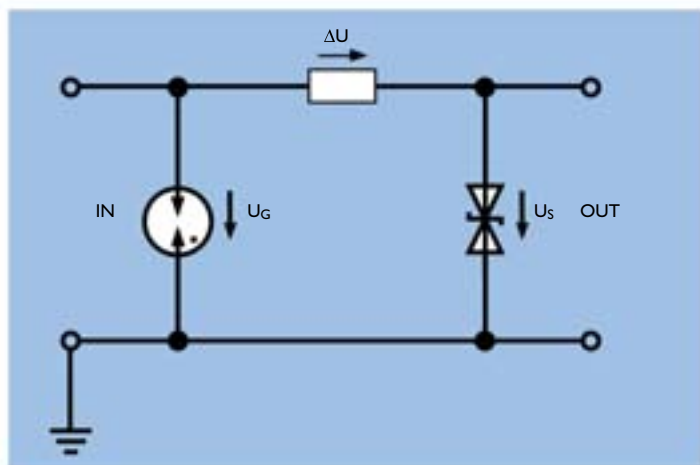


Рис. 4.2.4-1: комбинированная схема защиты

Но если ток разряда будет небольшим, газоразрядник просто не сработает.

Такая схема позволяет использовать преимущества быстрого срабатывания диода-суппрессора при низком ограничении напряжения и мощность отводимого тока разряда.

Недостатки: есть вероятность перегрузки суппрессора и опасность повреждения разрядника остаточными токами КЗ.

В схемах на более высокие частоты для разрыва цепи используется омическое сопротивление и мостовые схемы с малой емкостью.

4.2.5 Конструктивное исполнение, отвечающее задаче

В таком случае вся защитная схема размещается в корпусе, который обеспечивает максимум преимуществ для пользователя в плане монтажа и техобслуживания.

Преимущества:

- Двухсекционная конструкция, включающая базовый элемент и штекер, штекер можно извлечь из базы и заменить, при этом разрыва электрической цепи не будет.
- Защитные элементы удобно тестировать с помощью специального прибора, чтобы избежать продолжительных лабораторных испытаний.
- Элементы развязки находятся в базовой части, что позволяет извлекать и менять штекеры, сохраняя импеданс линии связи.
- Кодирование штекеров и базовых элементов исключает возможность переполюсовки "IN" и "OUT".
- При монтаже защитного провода используется основание, которое одновременно служит для соединения с землей.

УЗИП, которое объединяет в себе эти и другие преимущества и в зависимости от внутренней схемы может использоваться для измерительных или информационных цепей, показано на рис. 4.2.5-1.

Другие конструктивные варианты УЗИП учитывают конструкцию и способ подключения защищаемого оборудования. Таковы, например, УЗИП, устанавливаемые на линию подобно адаптеру.

На рис. 3.3-2 изображены адаптеры со стандартными разъемами.



Рис. 4.2.5-1: MCR-PLUGTRAB

5.0 Концепция защиты и выбор УЗИП

5.1 Эффективная концепция защиты

Первый этап разработки концепции защиты – анализ всех устройств и участков систем, которым необходима защита. Затем оценивают требуемую степень защиты устройств. Для создания эффективной концепции защиты необходимо включить все электрические цепи, входящие в зону защиты от импульсных перенапряжений, в систему уравнивания потенциалов путем установки соответствующих УЗИП. Те электрические цепи, которые должны быть защищены:

- линии электропитания,
- сигнальные линии контрольно-измерительных приборов,
- линии сетей передачи данных,
- телекоммуникационные линии,
- антенные линии передаточных и приемных устройств.

Для этого необходимо мысленно создать контур защиты, охватывающий весь защищаемый объем.

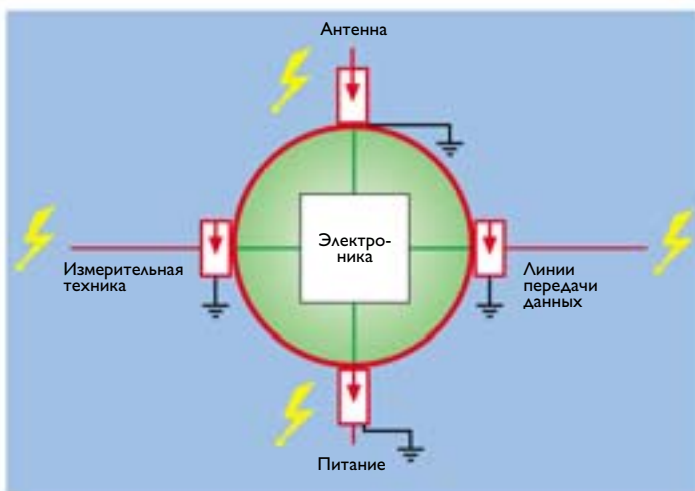


Рис. 5.1-1: Эффективная цепь защиты

Участок внутри контура защиты организован таким образом, чтобы исключить возможность проникновения импульсных перенапряжений извне и взаимное влияние различных электрических цепей (например, линий электропитания и передачи данных) внутри данного участка. Это позволит провести линии в металлических заземленных коробах. Линии электропитания и передачи данных следует прокладывать в отдельных экранированных каналах.

После того как ко всем электрическим цепям, входящим в зону защиты от импульсных перенапряжений или выходящим из нее, подключаются соответствующие УЗИП, все токопроводящие элементы, например, трубопроводы, соединяются с системой уравнивания потенциалов.

В зависимости от того, насколько своевременно удастся учесть концепцию защиты от импульсных перенапряжений при проектировании строительства и электросистемы, зона защиты от импульсных перенапряжений может охватывать все здание, одно помещение, часть помещения или, например, только отдельный компьютер.

Если работать должен только один компьютер, то расширять зону защиты от импульсных перенапряжений на все помещение или здание неэкономично. Но если позднее предполагается расширить электронные системы, это необходимо учесть заранее.

На практике свою эффективность подтвердили два этапа проектирования и монтажа системы защиты от импульсных перенапряжений:

1. Выбор УЗИП в соответствии с электрической прочностью электрических и электронных систем.
2. Определение верного места монтажа путем разбиения всего пространства, нуждающегося в защите, на зоны защиты от импульсных перенапряжений.

5.2 Выбор УЗИП

Значения максимального импульсного напряжения, выдерживаемого изоляцией систем электропитания, приведены в стандарте DIN VDE 0110 (см. таблицу, рис. 5.2-1).

Номинальные напряжения по ступеням до 1000 В делятся по категориям импульсного перенапряжения от I до IV. Для каждой категории импульсного перенапряжения в соответствии с номинальным напряжением определена прочность изоляции.

В качестве номинального напряжения за основу здесь берется напряжение между внешним проводом и землей. При этом интересно отметить, что конечные устройства в сети электропитания должны обладать электрической прочностью в 1500 В. Поэтому при разработке концепции защиты от импульсных перенапряжений вполне достаточно ориентироваться на остаточное напряжение приблизительно в 1000 В на входе конечного устройства. Этим объясняется также отсутствие необходимости тонкой защиты в сетях 230/400 В на уровне приблизительно 2 x UN. Стандарт DIN VDE 0110 требует соблюдать электрическую прочность в 2500 В между конечным устройством и местным электропитанием. Это требование можно выполнить, установив в местный электрощит УЗИП на основе мощного варистора. На рис. 5.2-2 показано УЗИП, которое по всем параметрам соответствует условиям монтажа в местном распределительном щите.

Для отвода мощных токов, например, импульсов тока молнии, в главном распределительном щите на вводе питания в здание устанавливаются молниезащитные разрядники.

Согласно DIN VDE 0110, остаточное напряжение между главным и вторичным распределительными щитами не должно превышать 4000 В. При выборе УЗИП следует исходить из этого требования, а также учитывать, какие токи ожидаются в системе.

На рис. 5.2-3 приведены значения электрической прочности согласно DIN VDE 0110 от ввода питания в здание до конечного устройства и показаны места установки УЗИП.

Напряжение провод-земля V	Номинальное импульсное напряжение, V (1,2/50)			
	I	II	III	IV
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

Рис. 5.2-1: Максимальное импульсное напряжение, выдерживаемое изоляцией, по DIN VDE 0110



Рис. 5.2-2: VALVETRAB VAL-CP

Аналогичная таблица для систем передачи данных и контрольно-измерительных приборов стандартами не предусмотрена. Поэтому при выборе УЗИП для систем КИП следует опираться на значения электрической прочности, указанные производителем.

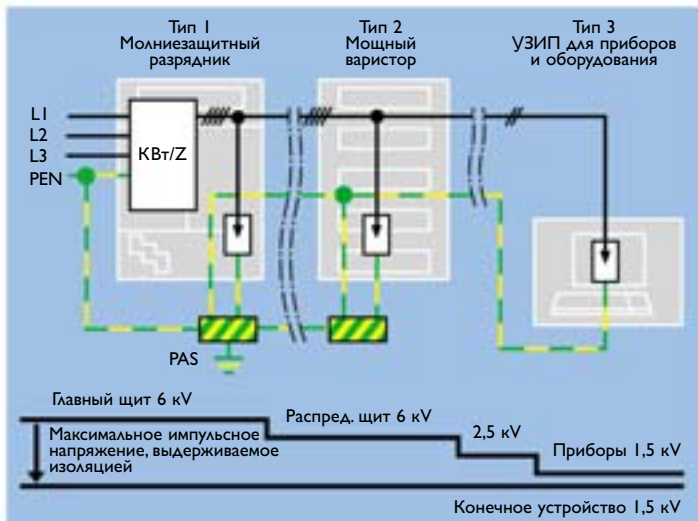


Рис. 5.2-3: Координация изоляции по DIN VDE 0110/часть I

После вступления в силу европейского закона об ЭМС в 1996 г. (и последовавших дополнений и изменений) определить эти значения сравнительно просто, так как производители электронных устройств обязаны соблюдать минимальную электрическую прочность согласно IEC 61000-4-5.

Но при выборе УЗИП для систем КИП важное значение имеют не только значения электрической прочности.

Для последующего монтажа решающую роль играют физические условия подключения (штекерные соединения, клеммы), возможности монтажа (возможность монтажа на монтажной рейке DIN, адаптеры), допустимая токовая нагрузка УЗИП и его полоса пропускания.



Рис. 5.2-4: PLUGTRAB PT
Защита двух линий связи в искробезопасных цепях 2 EEx ia

В плане требуемой эксплуатационной надежности электрические цепи систем EEx ia считаются особенно чувствительными. Прежде всего необходимо, чтобы суммарная индуктивность и суммарная емкость таких электрических цепей, включая все входящее в них оборудование, не превышали установленных пограничных значений. По этой причине следует принимать во внимание также значения внутренней емкости C и индуктивности L УЗИП, которые планируется использовать для защиты электрических цепей EEx.

Монтаж производится в соответствии с DIN VDE 0165 и DIN VDE 0170/0171 либо в соответствии с национальными стандартами других стран или международными стандартами (EN 50020). Проектировать электросистему намного проще, если, как показано на рис. 5.2-4, имеется УЗИП, уже удовлетворяющее этим требованиям.

Устройство включает в себя схему защиты согласно рис. 5.2-5, которая соответствует всем требованиям стандартов.

Выбор УЗИП для IT-систем намного проще, чем кажется на первый взгляд. В программе TRAVTECH от Phoenix Contact имеется большой выбор УЗИП, которые соответствуют электрическим и физическим характеристикам всех распространенных интерфейсов передачи данных. Поэтому необходимо для используемого интерфейса лишь выбрать соответствующие УЗИП по таблице интерфейсов в каталоге. Совсем не обязательно досконально знать особенности работы, разводку разъемов и электрические характеристики. Все параметры уже учтены при разработке защитных устройств.

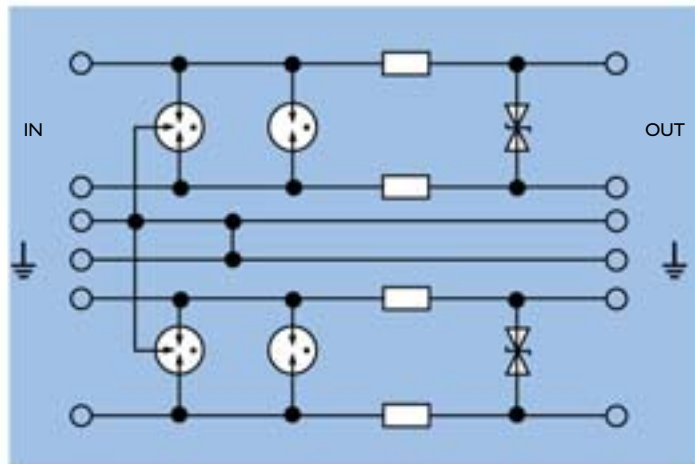


Рис. 5.2-5: Схема PT 2xEX(I)-24DC

6.0 Установка УЗИП

6.1 Разбиение объекта на защитные зоны ЭМС

После выбора защитного устройства необходимо определить оптимальное место для установки в защищаемую систему. Решению данной проблемы поможет разделение всего пространства на четыре защитных зоны ЭМС от 0 до 3:

Зона 0:

вне здания; прямое воздействие разряда молнии; защита от электромагнитных импульсов при ударе молнии (LEMP) отсутствует (зона защиты от разрядов молнии)

Зона 1:

внутри здания; мощные коммутационные перенапряжения (SEMP), не прямые поражения молниями (зона защиты от импульсных перенапряжений 1)

Зона 2:

внутри здания; менее мощные помехи, возникающие в результате коммутации (SEMP), электростатических разрядов (ESD); (зона защиты от импульсных перенапряжений 2)

Зона 3:

внутри здания; отсутствуют помехи, представляющие опасность для оборудования; экранирование и раздельная прокладка электрических цепей, которые могут оказывать воздействие друг на друга (зона защиты от импульсных перенапряжений 3)

При этом цифра 0 обозначает участок наиболее сильного электромагнитного воздействия (здесь возможно прямое воздействие разряда молнии), а цифра 3 – пространство, в котором не возникают воздействия, превышающие порог разрушения для чувствительных устройств и систем. Между ними располагаются зоны 2 и 3 в соответствии с электрической прочностью установленных в них электрических устройств и систем и результирующей устойчивости против электромагнитных воздействий.

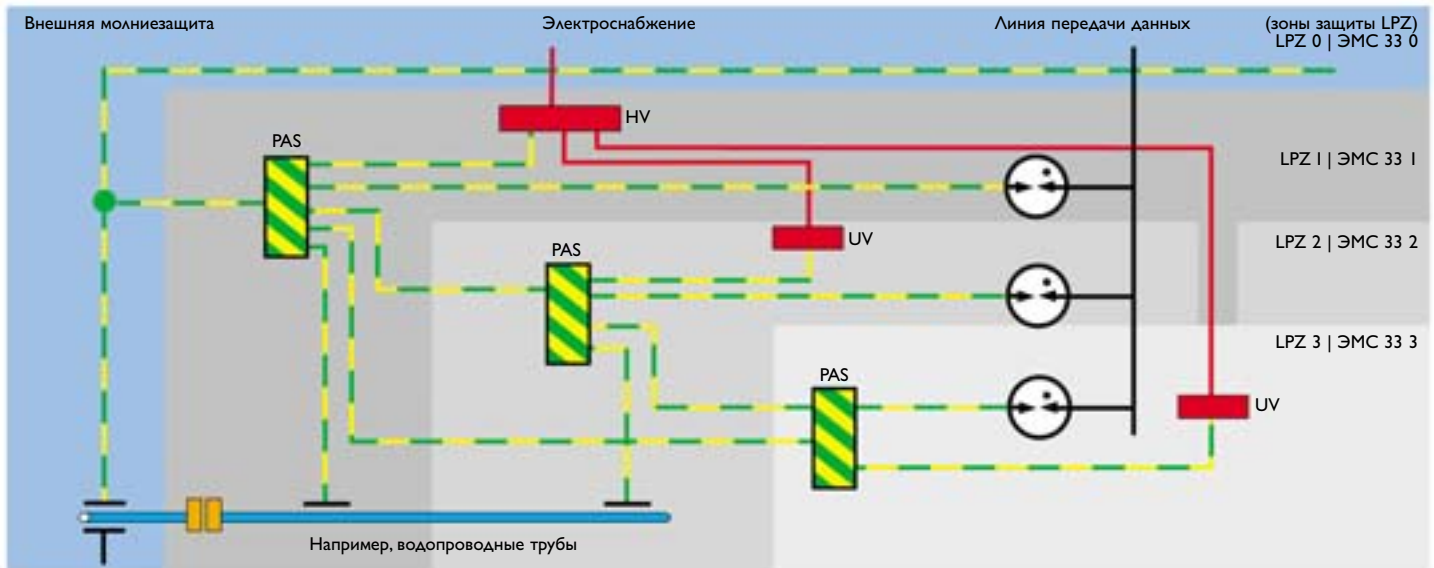


Рис. 6.1-1: Построение отдельных зон защиты

Разбиение защищаемой системы на защитные зоны ЭМС осуществляется путем разработки концепции в соответствии с рис. 6.1-1. На границе между зонами защиты 0 и I устанавливается главная система уравнивания потенциалов.

Потенциалы всех электрических и токопроводящих частей, входящих в эту зону защиты, уравниваются путем подключения к шине уравнивания потенциалов (PAS). Активные провода систем электропитания, передачи данных и КИП должны иметь молниезащиту в виде искровых промежутков или газонаполненных разрядников. Пассивные линии (РЕ, водопроводные трубы и т.д.) должны иметь надежное соединение с PAS.

Использовать водопровод в качестве "естественного" заземлителя согласно DIN VDE 0100 часть 540 допускается только при соблюдении особых условий, однако его следует включать в систему уравнивания потенциалов. За пределами Германии следует принимать во внимание действующие национальные нормы.

Во 2-й защитной зоне ЭМС действуют так же, соединяя все названные линии с местной PAS. Пассивные элементы, способные проводить ток, подключаются напрямую. Активные провода с устройствами защиты от импульсных перенапряжений вводятся в систему уравнивания потенциалов. В 1-й защитной зоне ЭМС подчиненная PAS соединяется с основной PAS по кратчайшему пути.

На переходе к 3-й защитной зоне ЭМС также необходимо установить подчиненную PAS. Уравнивание потенциалов обеспечивается описанным выше способом. На рис. 6.1-1 водопровод не входит в 3-ю защитную зону ЭМС. Поэтому он и не включается в систему уравнивания потенциалов этой защитной зоны.

В 3-й защитной зоне ЭМС активные провода электропитания соединяются с системой уравнивания потенциалов также посредством устройств защиты от импульсных перенапряжений на базе варисторов, тогда как на линиях передачи данных и линиях КИП в большинстве случаев необходима тонкая защита с помощью диодов-супрессоров. Линия уравнивания потенциалов по кратчайшему пути соединяется с PAS в 1-й зоне защиты и с другими подчиненными PAS. Так формируется петлеобразная система уравнивания потенциалов.

В силу технических условий монтажа на практике двух- или трехступенчатая защита от импульсных перенапряжений для интерфейсов КИП и передачи данных почти всегда реализуется в комбинированной схеме защиты с разрядником непосредственно на входе в 3-ю зону защиты от импульсных перенапряжений.

Благодаря этому отпадает необходимость снижать импульсные перенапряжения в 1-й и 2-й защитных зонах ЭМС. В 3-й защитной зоне ЭМС линии электропитания и линии передачи данных прокладываются отдельно или экранируются.

Если электроника в 3-й зоне ЭМС нуждается в особо прецизионной защите, то ее сигнальные проводники прокладываются отдельно и экранируются.

При использовании такой концепции правильное место монтажа УЗИП определяется само собой. Все электрические устройства и системы необходимо расположить по соответствующим защитным зонам ЭМС. При этом неважно, входит ли в защитную зону целое помещение или только одно устройство.

В системе может быть несколько первых, вторых и третьих защитных зон ЭМС. Из экономических соображений следует разрабатывать концепцию таким образом, чтобы в одной защитной зоне располагалось возможно большее количество устройств и систем с одинаковой потребностью в защите. Создать такую удачную концепцию защиты от импульсных перенапряжений удастся лишь при условии, что эта задача будет принята во внимание уже на стадии проектирования (см. раздел "Защита на этапе эскизного проектирования").

6.2 Указания по монтажу защитных устройств в системе электроснабжения

6.2.1 Молниезащитный разрядник, тип I FLASHTRAB

На рис. 6.2.1-1 подключение молниезащитного разрядника показано на примере FLASHTRAB FLT-CP-3S 350. Этот разрядник представляет собой защитное устройство, реализующее защиту как первого, так и – дополнительно – второго класса. При монтаже необходимо учесть следующее:

- FLASHTRAB ставится между линиями питания и нулевым проводом и системой уравнивания потенциалов. Это означает, что рабочий ток не протекает через FLASHTRAB. На рис. 6.2.1-1 приведены общие сведения об условиях монтажа. Дополнительно следует принять во внимание указания по монтажу устройств защиты от импульсных перенапряжений в различных системах электропитания в зависимости от типа заземления (рис. 6.2.1-2 – 6.2.1-5).

- Чтобы облегчить проведение сервисных работ и сделать доступ к системе электропитания более удобным, устанавливать разрядник FLASHTRAB следует с дополнительным входным предохранителем F2, который обеспечивает селективность для F1. Для плавких предохранителей согласно DIN VDE 0636 это требование выполнено, если значения номинальных токов F2 и F1 находятся в отношении 1:1,6, т.е. у F1 значения параметров должны быть на два уровня защиты выше, чем у F2.
- Если F2 сработает под воздействием чрезмерно сильных остаточных токов, система по-прежнему сможет работать благодаря F1. С учетом большей перегрузочной способности предохранителей в большинстве случаев нецелесообразно выбирать F2 меньше, чем на 63 А. Если F2 сработает, FLASHTRAB, а с ним и защита соответствующей линии отключаются. Поэтому рекомендуется для контроля защиты установить индикатор состояния F2.
- Максимально допустимые параметры входного предохранителя (F2) и данные по сечениям приведены в каталоге Phoenix Contact "Защита от импульсных перенапряжений TRAVTECH".

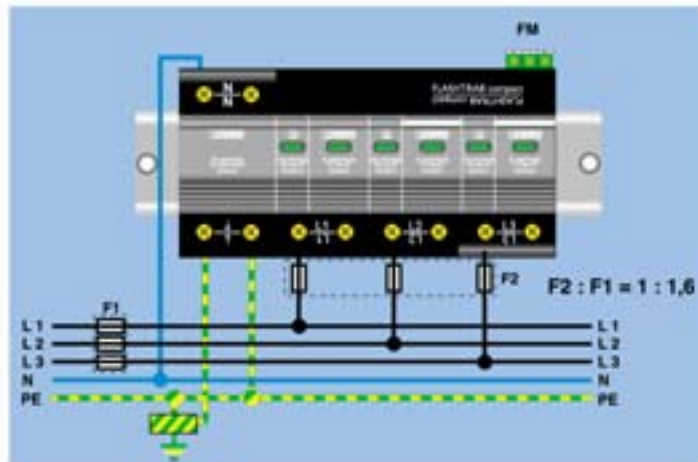


Рис. 6.2.1-1: FLASHTRAB compact FLT-CP-3S 350

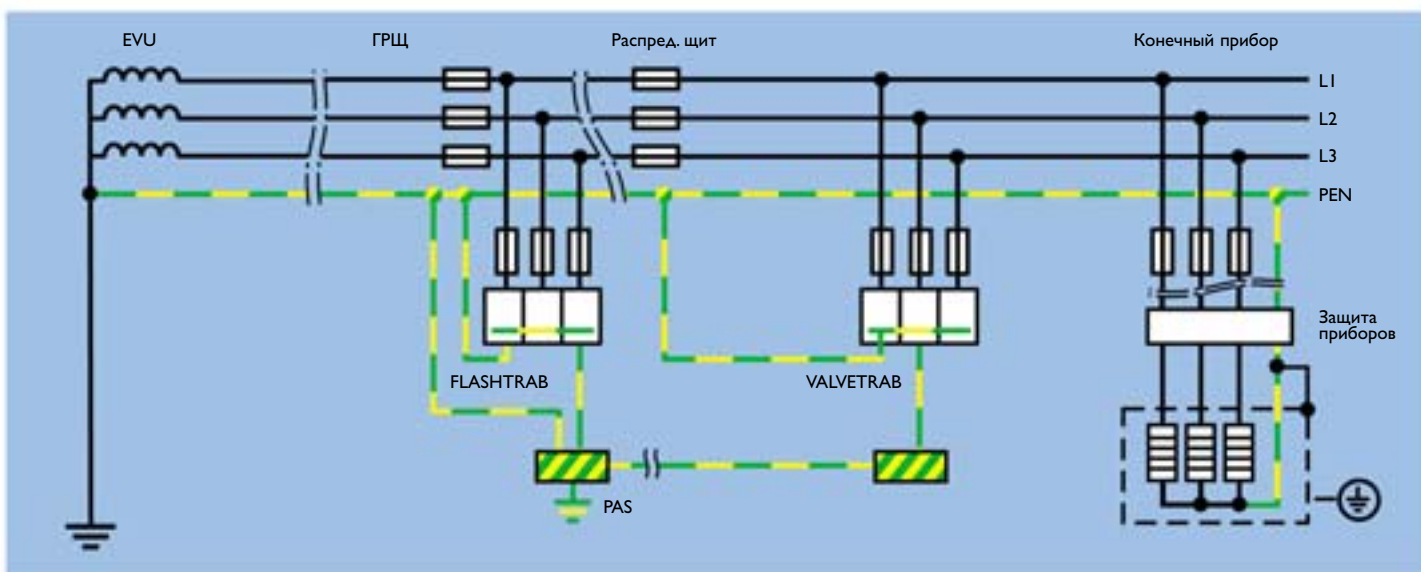


Рис. 6.2.1-2: система TN-C с PEN-проводником, (> 6 мм²) (классическое зануление)

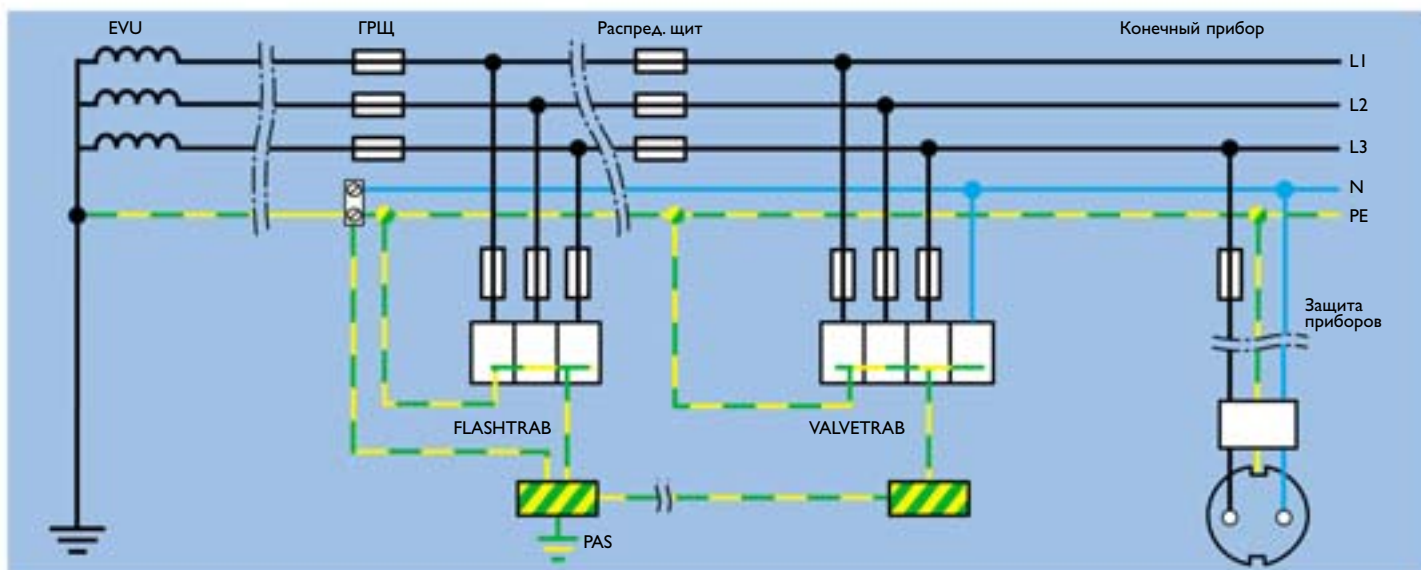


Рис. 6.2.1-3: система TN-C-S с PEN-проводником и отдельными проводниками N/PE (современное зануление)

- FLASHTRAB следует располагать непосредственно на вводе питания в здание. Молниезащитные разрядники рекомендуется устанавливать перед счетчиком. Но в этом случае следует выбрать FLASHTRAB Comrast PLUS – устройство класса I на базе искровых промежутков. Для монтажа до счетчиков электроэнергии может потребоваться учет пломбирования счетчиков и согласования с эксплуатирующей электросети организацией.
- При монтаже в системах ТТ и молниезащитные разрядники и мощные варисторы (разумеется, до защитных автоматов RCD) следует включать по схеме "3+1". Это означает, что один разрядник FLASHTRAB или один варистор VALVETRAB включается между каждой фазой и N. Кроме того, эта группа из 3 элементов подключается с N на PE через искровой промежуток суммарного импульсного тока (рис. 6.2.1-4).
- Искровые промежутки суммарного импульсного тока отличаются очень высокой мощностью отвода импульсных токов. Однако они не в состоянии самостоятельно погасить мощный сопровождающий ток (что в этом случае от них и не требуется).

6.2.2 Мощный варистор, тип 2 VALVETRAB VAL-MS и VAL-CP

- VAL... подключается к системе электропитания параллельно, т.е. между фазным или нулевым проводом и землей (рис. 6.2.2-1)
- Если на вводе питания используются предохранители F1 более 125 A gL, перед VALVETRAB следует установить дополнительный предохранитель F2 125 A gL. Срабатывание этого предохранителя приведет к отключению VALVETRAB. В этом случае защитное действие прекращается. Поэтому рекомендуется предусмотреть схему контроля состояния F2.
- Соединительные клеммы VAL-MS рассчитаны макс. на 35 мм², а соединительные клеммы VAL-CP – на 25 мм². Диаметр поперечного сечения выбирается на основании условий размыкания согласно VDE 0100 в соответствии с типом используемого входного предохранителя. Он составляет не менее 6 мм².
- В системе TN-C (PEN-провод) установка VAL... необходима только для L1, L2 и L3.

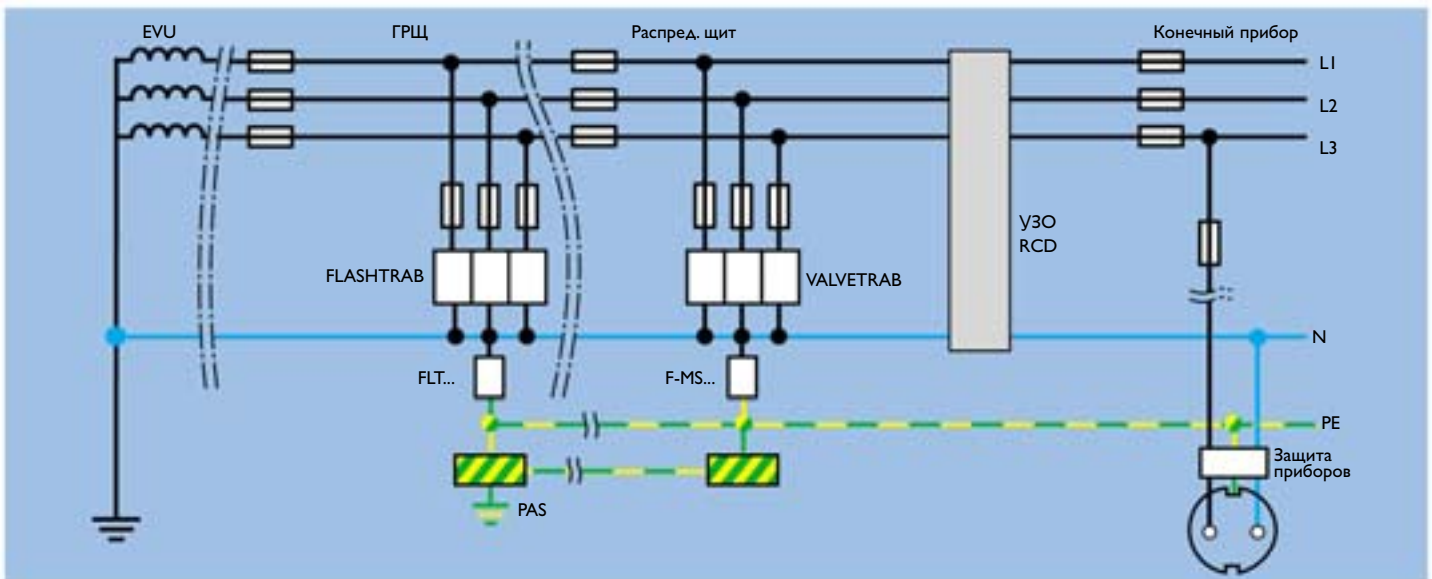


Рис. 6.2.1-4: Система ТТ с защитой УЗО

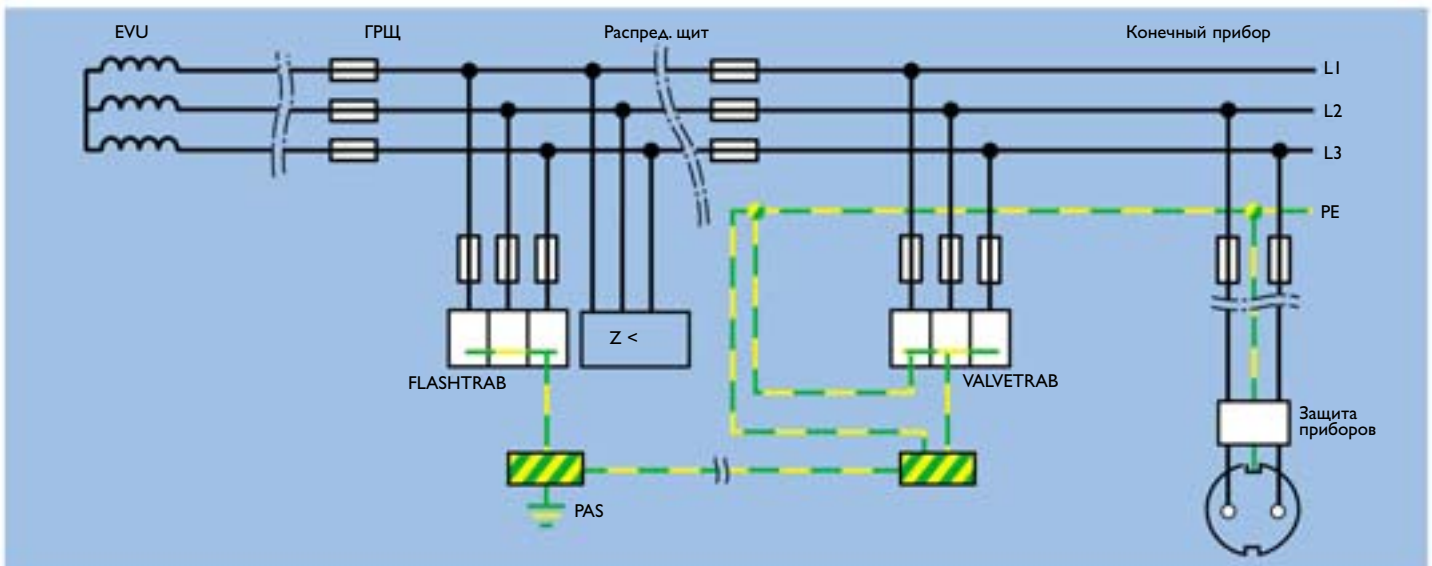


Рис. 6.2.1-5: ИТ-система с непрерывным контролем изоляции

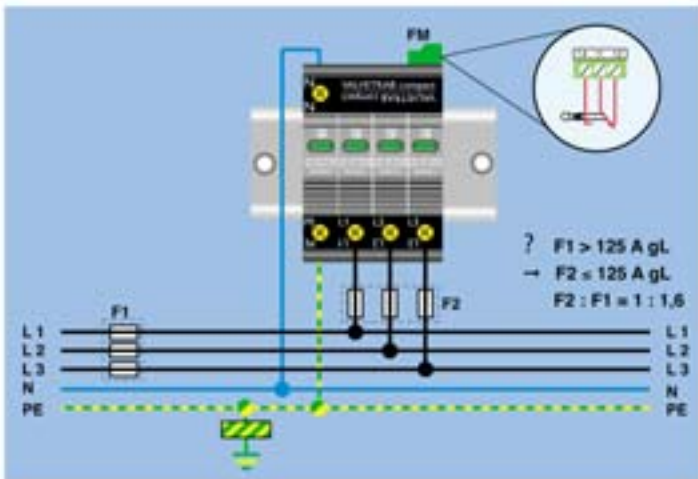


Рис. 6.2.2-1: Монтаж УЗИП VALVETRAV

- VAL... можно устанавливать как в главный, так и во вторичный распределительные щиты. В ГРЩ VAL... устанавливается в том случае, если в силу низкого уровня угрозы для защищаемой системы не предусмотрен молниезащитный разрядник или если последний уже установлен перед счетчиком. При установке во вторичный щит VAL... образует 2-ю ступень защиты.
- При выборе альтернативного VAL... с сигнализационными контактами (реле с переключающим контактом) о расцеплении защитного элемента может быть подан внешний сигнал.
- VAL... предназначен для использования в сетях постоянного и переменного тока с максимальным напряжением питания, не превышающим номинальное напряжение разрядника (см. каталог).
- Для схем "3+1", которые предписывается использовать в системе электроснабжения ТТ, в линейке УЗИП Phoenix Contact TRAVTECH предусмотрены предварительно смонтированные, простые в установке решения. На выбор имеется два варианта: VAL-CP-3S... с монтажной шириной всего 12 мм на канал (рис. 6.2.2-2) и VAL-MS-3+1... с монтажной шириной 17,5 мм на канал в соответствии с I TE (рис. 6.2.2-3). Блоки защиты по схеме "3+1" можно использовать также в сетях TN-S.

6.2.3 Защита приборов, тип 3

Защиту устройств, позволяющую дополнительно понизить остаточное напряжение и ограничить поперечное напряжение, обеспечивают УЗИП различных моделей для различных параметров подключения, входящие в линейку Phoenix Contact TRAVTECH.

УЗИП для приборов подключаются к системе электроснабжения последовательно. Они сконструированы таким образом, что защитные элементы располагаются между фазным или нулевым проводом и землей (PE) и между проводами сети L и N.

При выборе УЗИП следует обращать внимание на максимальную токовую нагрузку.



Рис. 6.2.2-2: Блок УЗИП VAL-CP-3S...



Рис. 6.2.2-3: Блок УЗИП VAL-MS...3+1

6.2.4 Взаимное влияние защитных устройств в системе электропитания.

Расстояния по кабелю между УЗИП класса I, УЗИП класса II и УЗИП для приборов класса III должны соответствовать значениям длины линии, приведенным на рис. 4.1-3. Разрядник I класса сам по себе не в состоянии обеспечить требуемый уровень защиты.

В том же или следующем щите необходимо установить как минимум вторую ступень защиты, реализованную посредством мощных варисторов. Если расстояние по кабелю между разрядником I класса и мощным варистором меньше 10 м, с технической и экономической точки зрения идеальным решением являются разрядники FLASHTRAB compact FLT-CP... (рис. 6.2.4-1).

В этой комбинации устройства I и II классов подключаются непосредственно и параллельно, без соблюдения какого бы то ни было расстояния между ними. Это возможно благодаря использованию разрядников с триггерной схемой и низким напряжением срабатывания. Технология такого подключения называется АЕС (Active Energie Control). Этот вариант представляет собой гораздо более совершенную комбинацию разрядников по сравнению с координацией разрядников путем соблюдения требуемых расстояний по кабелю. Схема соединения приведена на рис. 6.2.4-2.



Рис. 6.2.4-1:
Комбинированное УЗИП классов I+II FLASHTRAB compact

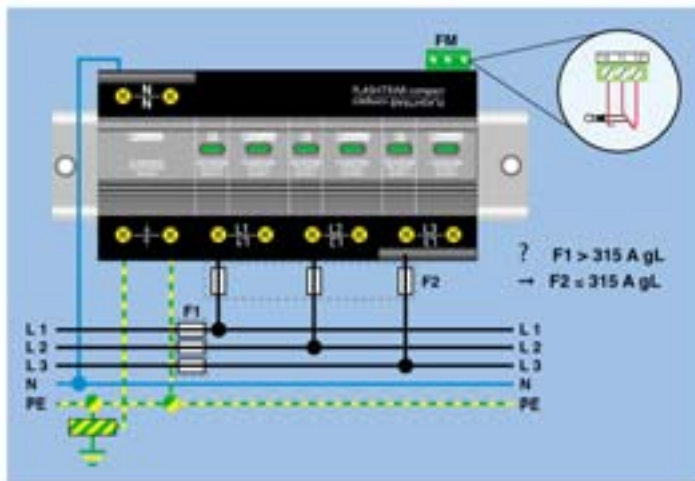


Рис. 6.2.4-2:
Установка УЗИП классов I+II
по технологии АЕС с применением FLASHTRAB compact

Если защищаемое устройство удалено от питающего щита более чем на 5 м или если имеется необходимость в дополнительной защите с низким остаточным напряжением, необходимо дополнительно предусмотреть УЗИП. В этом случае развязка между УЗИП II и III классов реализуется на линии длиной не менее 5 м.

В дополнение к имеющемуся РЕ-проводнику на линии электропитания необходимо реализовать систему уравнивания потенциалов между вторичными щитами, которая в случае промышленных систем может охватывать всю защищаемую систему. Поэтому в каждом вторичном щите для подключения УЗИП II класса необходима шина уравнивания потенциалов, соединенная со всеми остальными шинами уравнивания потенциалов. Система уравнивания потенциалов должна иметь петлеобразную форму и обладать низким сопротивлением. Все соединения необходимо вести медными кабелями сечением не менее 6 мм² Cu.

6.2.5 Совместная работа УЗИП и УЗО

В промышленности находят применение устройства защитного отключения (УЗО), устойчивые к броскам тока. УЗИП устанавливают в линии питания перед УЗО. За счет этого импульсный ток отводится на землю перед точкой установки УЗО.

Таким образом удается свести к минимуму случаи срабатывания и вероятность повреждения УЗО.

Если УЗО, также как и устройства защиты VAL-CP / VAL-MS..., снабжены клеммами Visoplect с шагом 17,5 мм, то с помощью соответствующих мостиков можно быстро и просто провести монтаж.

6.3 Указания по монтажу защитных устройств в системах КИП

Все УЗИП с многоступенчатыми схемами защиты, последовательно подключаемые в электрические цепи, обозначаются словами "IN" и "OUT" (рис. 5.2-5).

При этом "IN" – всегда относится к незащищенной стороне, откуда ожидаются помехи.

Защищенная сторона "OUT" обращена к защищаемому оборудованию (см. также раздел 4.2.4 "Комбинированные схемы защиты").

УЗИП для цепей КИП можно выбрать по каталогу TRAVTECH для различных номинальных напряжений начиная с 5 В DC. При передаче сигналов по напряжению номинальное напряжение разрядника определяется типом сигнала.

В токовых петлях (напр., 4–20 мА) фактическое напряжение зависит от общего активного сопротивления электрической цепи.

Это сопротивление часто обозначают как полное сопротивление нагрузки "RB". Тогда напряжение, которое служит основанием для выбора УЗИП, рассчитывается следующим образом:

$$U = R_B \times 20 \text{ мА}$$

Если значение, полученное по этой формуле, не соответствует номинальному значению предлагаемых УЗИП, следует выбрать УЗИП с ближайшим большим номинальным напряжением. УЗИП для систем КИП, входящие в линейку TRAVTECH, одинаково подходят как для AC (переменный ток), так и для DC (постоянный ток). Схема УЗИП определяется типом защитных элементов. Защитные элементы одного типа различаются только по напряжению питания и уровню защиты. Пересчет уровней для цепей AC ($U_{эфф}$) и DC ($U_{ном}$) несложен:

$$U_{ном} = 1,41 \times U_{эфф}$$

Таким образом, PLUGTRAB PT на 24 В можно использовать и в системах до 34 В DC.

Надежная защита будет обеспечена только при соединении шины РЕ/PAS с защитным устройством или его точкой заземления.

На рис. 6.3-1 показано правильное подключение.

Внимание: при неправильном подключении, как показано на рис. 6.3-2, на пути прохождения отводимого тока к PAS согласно формуле:

$$u = L \times di/dt$$

снова наводится сильное импульсное перенапряжение (продольное напряжение). Затем это напряжение через отдельную линию заземления будет приложено к защищаемому объекту.

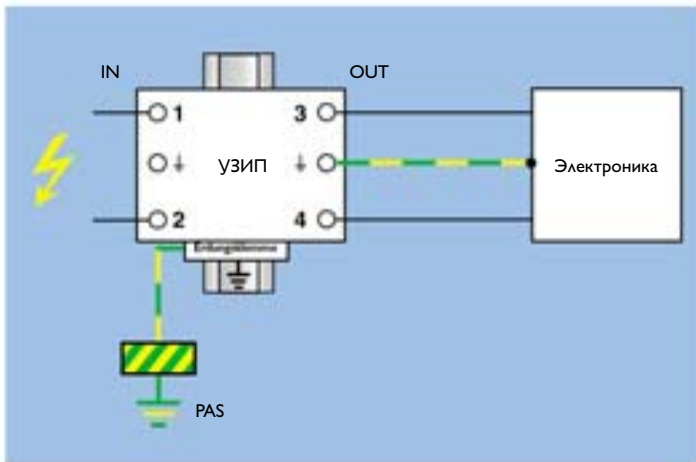


Рис. 6.3-1:
Правильное подключение PE/PAS

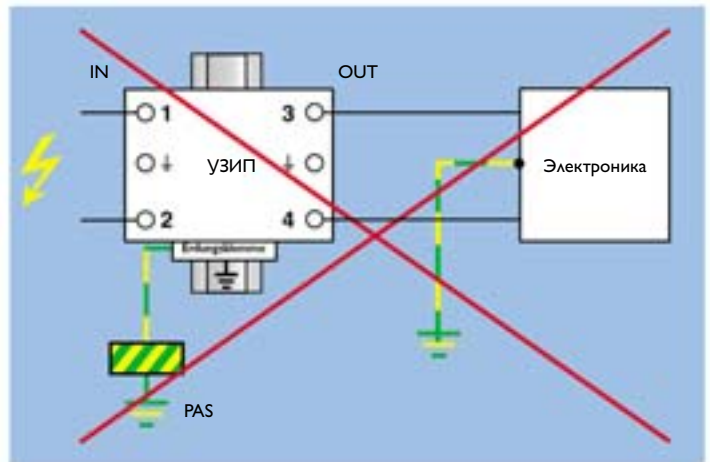


Рис. 6.3-2:
Неправильное подключение PE/PAS

Газонаполненные разрядники обладают ограниченной способностью гасить сопровождающие токи в линии. В случае срабатывания разрядника при номинальном напряжении = 12 В и номинальном токе = 100 мА следует ожидать весьма высокие остаточные токи.

В таких электрических цепях перед разрядником необходимо устанавливать плавкий предохранитель. Номинальный ток такого предохранителя зависит от максимального тока перегрузки газового разрядника.

6.4 Указания по монтажу защитных устройств в системах обработки и передачи информации

Выбор и монтаж устройств защиты от импульсных перенапряжений для систем обработки и передачи информации осуществляется сравнительно просто. В защитных устройствах уже учтены все требования к системе передачи информации. Их можно выбрать по каталогу TRAVTECH в соответствии со спецификацией интерфейса и установить на линию последовательным подключением.

Многоступенчатые УЗИП, последовательно подключаемые в электрические цепи, обозначаются словами "IN" и "OUT". При этом "IN" – всегда незащищенная сторона, она указывает направление, откуда ожидается импульсное перенапряжение. Защищенная сторона "OUT" обращена в сторону защищаемого оборудования.

УЗИП в виде адаптеров, которые используются для защиты интерфейсов, работающих без заземления, во многих случаях имеют одножильный провод заземления, напрямую соединенный со схемой защиты. Такой провод, показанный на рис. 6.4-1 с УЗИП для сетей Ethernet, при поставке имеет длину 1,5 м. При монтаже и прокладке заземления следует укоротить этот провод до минимально возможной длины. Удобный вариант – подключение к заземленному шасси защищаемого оборудования.

При комбинации защиты сети электроснабжения и защиты интерфейсов передачи данных следует замкнуть петлю уравнивания потенциалов путем соединения всех линий заземления непосредственно перед защищаемым оборудованием.

Совместное подключение DATATRAB и MAINS-PRINTRAB показано на рис. 6.4-2 в качестве примера.



Рис. 6.4-1:
УЗИП для защиты Ethernet



Рис. 6.4-2: DATATRAB и PRINTRAB
- защита питания и сигнальных линий

Примеры практического применения защитных устройств

На рис. 6.4-3-а – 6.4.9 показаны варианты защиты систем КИП и систем передачи данных от импульсных перенапряжений. Эти варианты часто встречаются на практике и рекомендуются для большинства практических случаев применения.

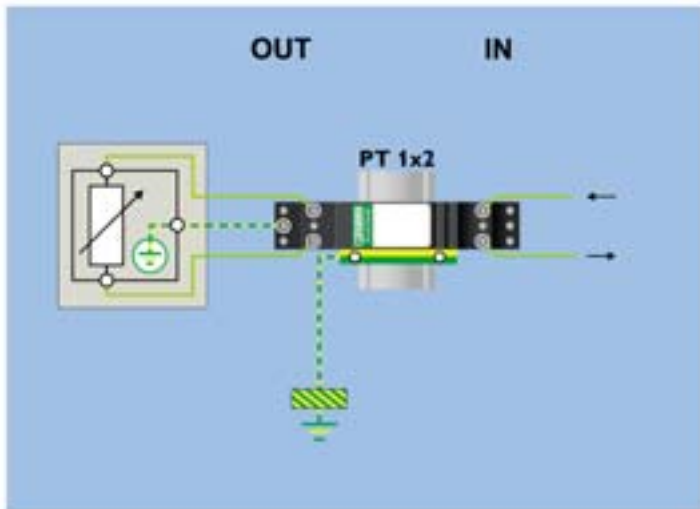


Рис. 6.4-3а: 2-проводная линия – защита датчика

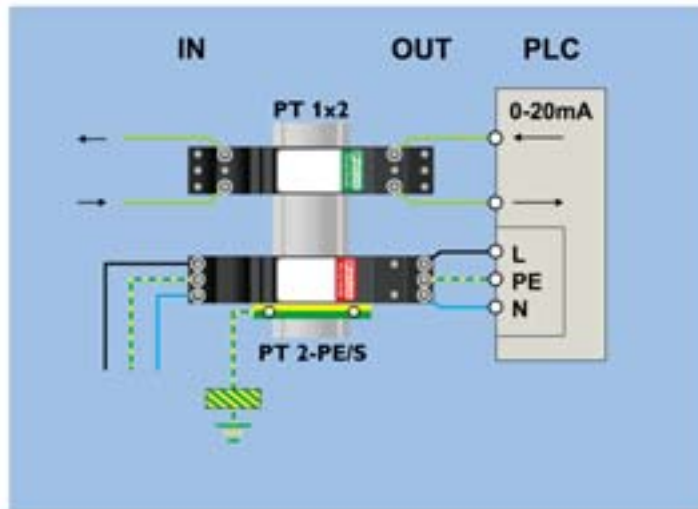


Рис. 6.4-3b: 2-проводная линия – защита контроллера

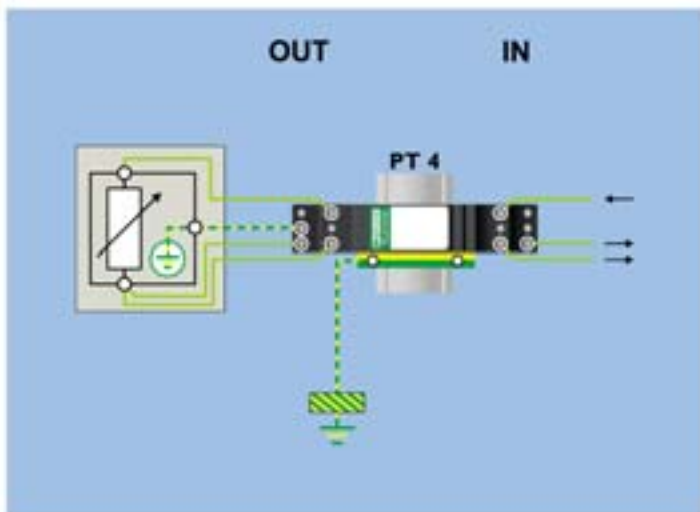


Рис. 6.4-4а: 3-проводная линия – защита датчика

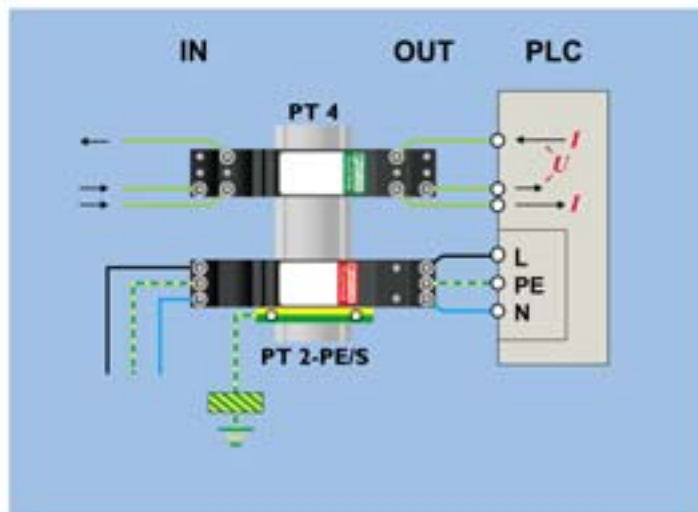


Рис. 6.4-4b: 3-проводная линия – защита контроллера

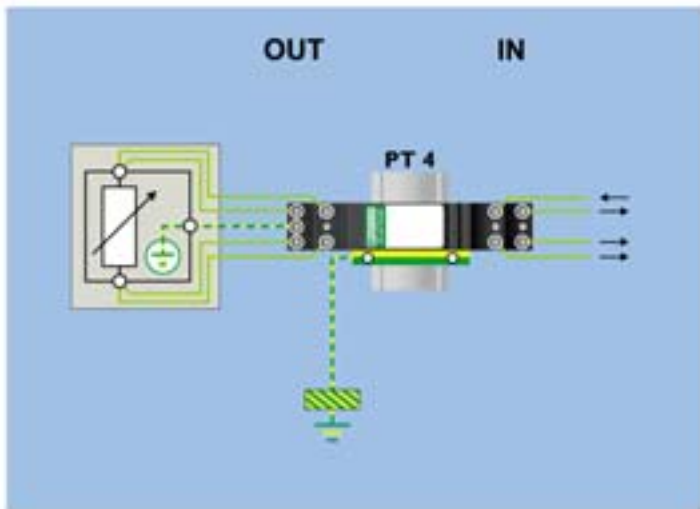


Рис. 6.4-5а: 4-проводная линия – защита датчика

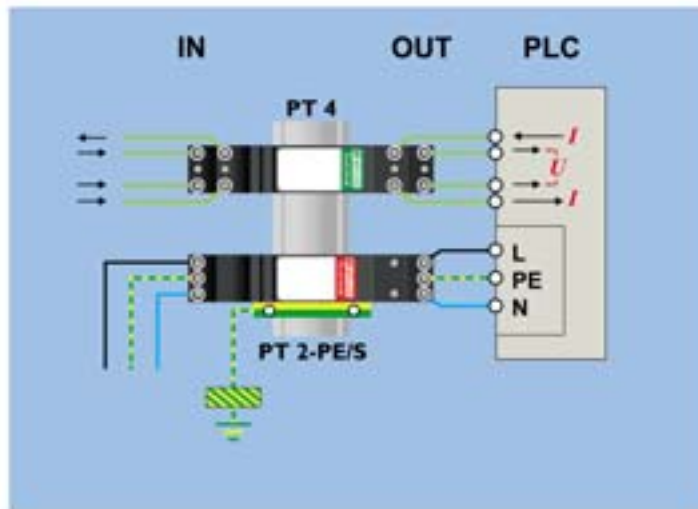


Рис. 6.4-5b: 4-проводная линия – защита контроллера

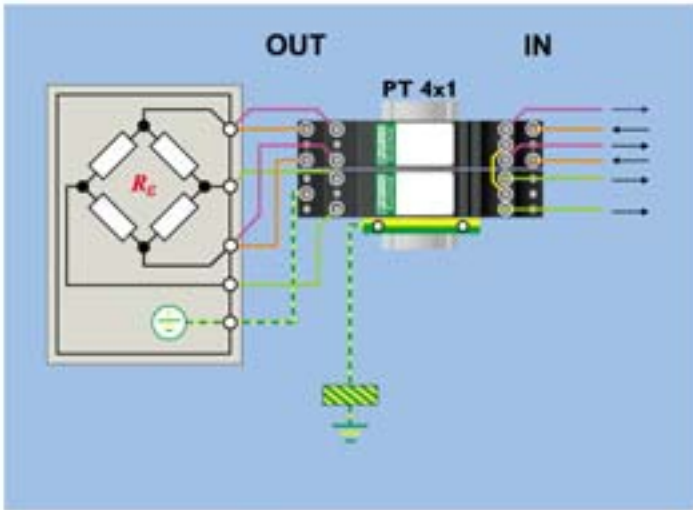


Рис. 6.4-6a: 6-проводная линия – защита датчика

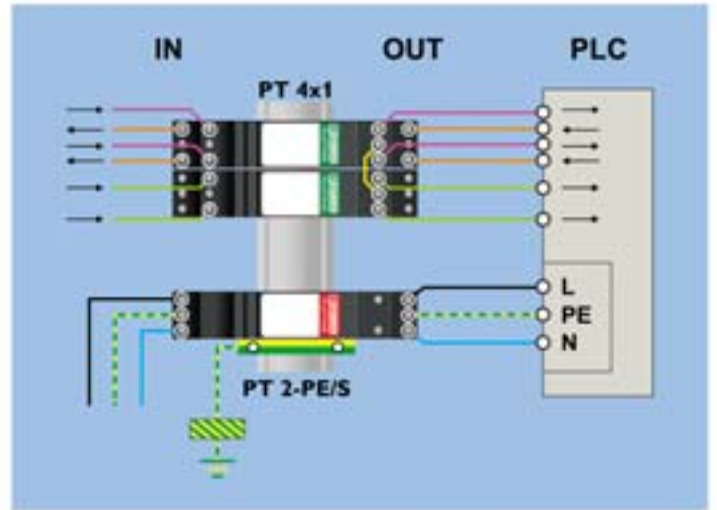


Рис. 6.4-6b: 6-проводная линия – защита контроллера

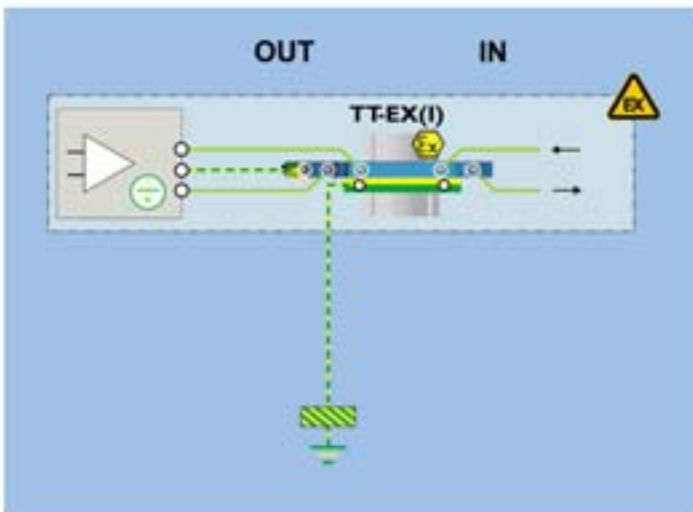


Рис. 6.4-7a: 2-проводная линия EX(i) – защита датчика

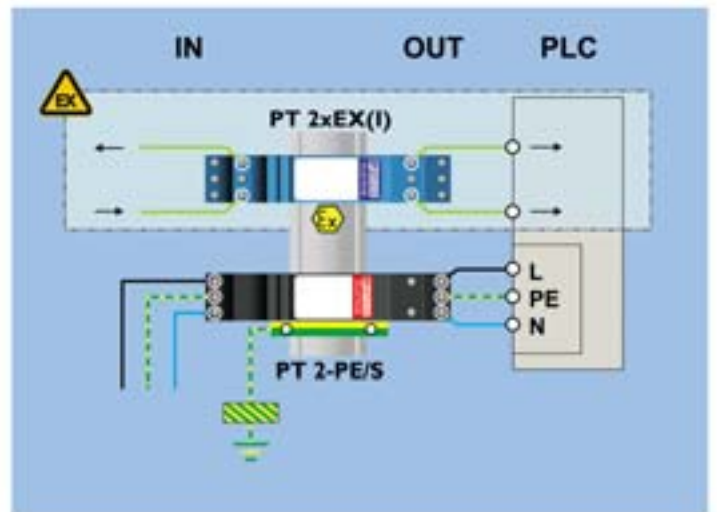


Рис. 6.4-7b: 2-проводная линия EX(i) – защита контроллера

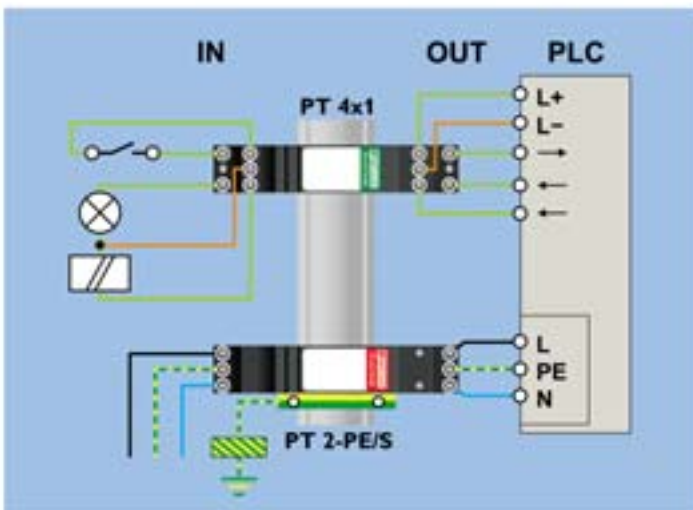


Рис. 6.4-8: Бинарный сигнал – модульное исполнение PLUGTRAB

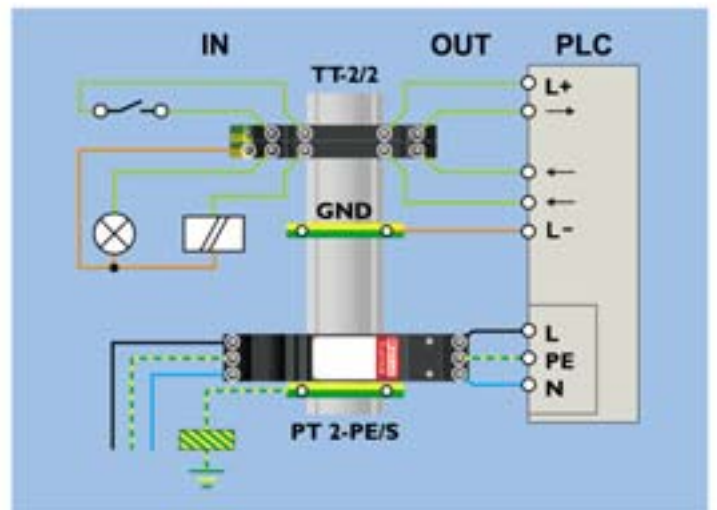


Рис. 6.4-9: Бинарный сигнал – клеммное исполнение TERMITRAB

7.0 Проверка УЗИП

Устройства защиты от импульсных перенапряжений подвергаются очень сильным нагрузкам импульсным током. При этом в зависимости от силы и частоты таких нагрузок отдельные конструктивные элементы схемы защиты повреждаются. По этой причине необходимо регулярно контролировать исправность устройств защиты. Некоторые устройства защиты имеют встроенные индикаторы, сигнализирующие о наличии дефекта. Таким образом обеспечивается возможность простого визуального контроля. На практике проводить оперативную полноценную проверку УЗИП возможно только с помощью переносного прибора.

7.1 Проверка в соответствии со стандартом

CHECKMASTER – это переносной прибор, позволяющий производить профессиональную проверку УЗИП. Технические характеристики всех элементов защитной схемы проверяются на соответствие номинальным параметрам с учетом допустимых границ допуска. Оценивается и степень отклонения в рамках границ допуска. Это позволяет получить один из трех результатов проверки:

- Испытываемое устройство в норме!
- Достигнута граница допуска!
Рекомендуется заменить устройство.
- Испытываемое устройство НЕИСПРАВНО!
Необходимо заменить устройство.

Эти результаты можно перенести на компьютер для обработки или архивирования или распечатать. Проверка УЗИП с помощью CHECKMASTER соответствует требованиям стандарта DIN EN 62305-3.

7.2 Проверка различных УЗИП

CHECKMASTER позволяет тестировать самые различные серии УЗИП, напр.:

- FLASHTRAB compact
- VALVETRAB compact
- VALVETRAB
- PLUGTRAB
- COMTRAB

Для различных вариантов УЗИП имеются соответствующие адаптеры с разными разъемами, к которым можно подсоединить испытываемое устройство. Тип испытываемого УЗИП вводится с клавиатуры или простым сканированием штрих-кода. Во внутренней памяти CHECKMASTER может храниться до 200 результатов тестирования.



Рис. 7.2-1:
Прибор для тестирования УЗИП CHECKMASTER



Рис. 7.2-2:
Адаптеры для различных серий УЗИП

8.0 Приложение

8.1 Примечания

В этой работе приведены практические советы по проектированию систем защиты от импульсных перенапряжений, а также по выбору и монтажу разрядников. Излагаются базовые теоретические и практические сведения о защите от импульсных перенапряжений. Важно отметить, что надежная и безотказная работа защитных устройств и всей системы будет гарантирована только при строгом соблюдении требований международных и национальных норм и стандартов безопасности при монтаже и эксплуатации электроустановок.

8.2 Ссылки

стандарты:

IEC 62305 - 1, 2, 3, 4

IEC 61643-1

DIN VDE 0100 - 443

DIN V VDEV 0100 - 534

DIN VDE 0100 - 540

DIN VDE 0110

DIN EN 62305 - 1, 2, 3, 4

DIN VDE 0675 часть 6

DIN VDE 0800 часть 2

DIN VDE 0843 часть 1, 2

DIN VDE 0845 часть 1

8.3 Литература:

Schimanski, J. "berspannungsschutz – Theorie und Praxis",
Hthig GmbH 2003

Wetter, M.; Schimanski, J.; Scheibe, K.
"Anwendung der EN 61643-11 am Beispiel eines
Blitzstromableiters",
VDE/ABB-Blitzschutztagung 11/2003

Hausmann, R. "IT-Sicherheit durch berspannungsschutz",
Sicherheit & Management 04/2004

Sieker, T. "berspannungsschutz in sicherheitsrelevanten Anlagen –
berprfung der berspannungsschutzgerte ntig?",
MSR Magazin 04/2004

Wetter, M. "Mit mehrstufigen Schutzsystemen einfach vor
berspannungen schtzen", 10/2004

Wetter, M.; Schimanski, J.; Scheibe, K.
"Testing the Performance of Surge Protection Devices",
ICLP Avignon 09/2004
Heckler, H. "Evolution oder Revolution – Lsungen fr den
berspannungsschutz von Stromversorgungsanlagen",
AUTOMATION 03/2005

Schimanski, J.; Heckler, H.; Wetter, M. "Ableitvermgen und
Ansprechverhalten von Blitzstromableitern", **etz** 08/2005

Heckler, H. "Modularer Blitz- und berspannungsschutz", 09/2005

Wetter, M.; Schimanski, J.; Scheibe, K. "Ableiterprfung im Rahmen
der Prfung und Wartung von Blitzschutzsystemen",
VDE/ABB-Blitzschutztagung 11/2005

Fritzeheimer, B. "berspannungsschutz fr Brandmeldeanlagen",
13-14/2005

Hausmann, R. "berspannungsschutz fr EDV-Anlagen", 03/2006

Дополнительную информацию
о продукции Phoenix Contact
Вы можете найти на сайте
www.phoenixcontact.ru



Или Вы можете обратиться к нам!



Клеммные модули, принадлежности
для монтажа и маркировки, инструмент

CLIPLINE



Промышленные разъемы
и соединители

PLUSCON



Соединители для печатного
монтажа и корпуса для
электронных устройств

COMBICON



Защита от импульсных
перенапряжений

TRABTECH



Преобразователи сигналов

INTERFACE



Промышленная автоматизация

AUTOMATIONWORX

(RUS) ООО "Феникс Контакт Рус"
115477 Москва
ул. Кантемировская, д.58
Тел.: +7 (495) 933-85-48
Факс: +7 (495) 931-97-22
info@phoenixcontact.ru
www.phoenixcontact.ru