

ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭКРАНОВ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ ПРИ НАЛИЧИИ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ИЛИ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ПОМЕХИ

При эксплуатации кабельных сетей связи, систем управления технологическими процессами нередко приходится сталкиваться со случаями, когда при заземлении экрана кабеля с двух сторон по нему протекают токи различного происхождения, что приводит к нарушению качества передачи информации, а иногда и к повреждениям кабеля и оборудования. В то же время заземление экрана только с одной стороны значительно уменьшает затухание экранирования, что может привести к увеличению уровня помех в кабеле.

Решения, предлагаемые в статье, относятся к частному случаю, когда металлическая оболочка (экран) кабеля изолирована от земли, емкость экран-земля мала, то есть кабель имеет пластмассовую оболочку и по всей длине трассы или значительной её частиложен в кабельной канализации, по стенам зданий или подвешен в воздухе.

Экранирующее действие металлических оболочек кабелей

Металлические оболочки (экраны) кабелей защищают кабельные цепи от внешних электрических и магнитных полей. Экранирование от магнитных полей происходит за счет того, что наведенный воздействием помехи ток в экране создает ЭДС, которая противоположна по знаку ЭДС, наведенной помехой в жилах кабеля.

Для протекания тока по экрану необходимо заземление экрана с двух сторон кабеля (или участка влияния). В некоторых случаях может применяться периодическое заземление экрана по всей длине прокладки. В равной степени эти требования относятся и для защиты окружающей среды от помехоэмиссии самого кабеля.

Экранирующее действие максимально при нулевом сопротивлении заземления. При отсутствии заземления хотя бы с одной стороны экранирование от магнитных полей значительно снижается или не происходит вовсе.

Заземлять экран кабеля с двух сторон или с одной?

Разность потенциалов в точках заземления кабеля приведёт к протеканию токов уравнивания потенциалов, иногда называемых «токами контуров заземления» частоты, по экрану. При этом наводится низкочастотная помеха в сигнальных цепях. В некоторых случаях, например, при авариях электроустановок, возможно повреждение кабелей и оборудования протекающим по экрану током. Рассмотрим в качестве иллюстрации несколько примеров.

Протекание по экрану кабеля тока нулевой последовательности

В этом случае причиной повреждения является протекание тока нулевой последовательности по земляной жиле и экрану кабеля при аварии в электропитающей установке здания, которую электрики называют «отгорание нуля».

Величина тока нулевой последовательности зависит от несимметричности нагрузки фаз и характера нагрузки. Импульсные выпрямители значительно увеличивают ток нулевой последовательности, так как нечетные гармоники, образующие при их работе, в нулевом проводе складываются.

Нагрузка в электропитающих установках 0,4 кВ в зданиях жилого и производственного назначения, построенных в прошедшие годы, значительно превышает рассчитанную и обычно неравномерно распределена между фазами. Изменился и характер нагрузки из-за большого количества бытовой электроники, компьютеров и оргтехники. Эти факторы, а также плохое состояние распределительной сети часто приводят к тому, что в нулевом

НПО "Инженеры электросвязи" работает на рынке телекоммуникаций более 10 лет.

Основное направление деятельности предприятия – производство специального оборудования для защиты от перенапряжений и решения задач ЭМС.

Предприятие производит: устройства защиты систем проводной и радиосвязи, электропитающих установок; оборудование линий связи; измерительные приборы. Производство сертифицировано по стандарту ИСО 9001.

Решаем сложные технические задачи (НИОКР, экспертиза, разработка специальных разделов проектов, обследования объектов).

**ЗАО «НПО «Инженеры электросвязи»
Санкт-Петербург
(812) 324-73-75 – сбыт
(812) 325-20-70 – технические консультации
www.commeng.ru**

проводнике случается обрыв (как правило, в месте подключения к корпусу щита).

Для примера рассмотрим жилое здание (рис. 1). Электроустановка выполнена по схеме TN-C, телефонные распределительные коробки установлены в этажных распределительных щитах. Жила заземления телефонного кабеля электрически соединена с металлоконструкциями щита.

При «отгорании» PEN-проводника ток нулевой последовательности потечет через естественные заземлители здания (арматура фундамента, трубы) в землю и далее к заземлению ТП. Часть тока потечет по земляной жиле и далее в заземляющее устройство объекта связи. Величина тока может быть довольно значительной и зависит от величины тока нулевой последовательности, сопротивления растекания через естественные заземлители, сопротивлений земляной жилы и сопротивления заземления объекта связи.

Нагретая земляная жила расплавляет изоляцию проводов, после чего опасный ток течет по проводам абонентской линии в абонентский комплект АТС и далее через корпус АТС или плоской заземленный провод питания в землю. Таким образом, повреждается не только кабель, но и выходит из строя оборудование.

В электроустановках, выполненных по схеме TN-S (с раздельными проводниками PE и N), такая авария не случится. Если электроустановка выполнена по распространенной у нас схеме TN-C, но содержится в нормальном состоянии, то вероятность описанного случая очень мала. На практике дело обстоит по-другому, поэтому связисты для сохранения кабелей и оборудования просто не подключают земляную жилу к корпусу щита, а если телефонная коробка металлическая, устанавливают ее на прокладки из изолирующего материала.

Так как цепь экран-земля при этом оказывается разорванной, то экранирование от магнитных полей значительно снижается или не происходит вовсе. При наличии источников помех это может привести к снижению качества связи, особенно если в этом кабеле организованы цифровые абонентские линии.

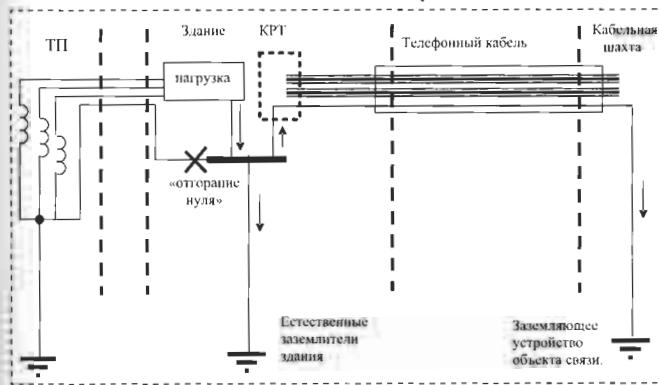


Рис. 1 – Протекание тока нулевой последовательности при «отгорании нуля»

Домовые сети (ETHERNET, кабельное ТВ)

Кабель связывает 2 сегмента сети ETHERNET, расположенных в соседних домах. Если эти дома подключены к разным трансформаторным подстанциям, разность потенциалов между их металлоконструкциями может достигать значительных величин. Когда в конце 80-х мы, студенты, занимались прокладкой и обслуживанием сетей кабельного ТВ, не раз приходилось менять целые пролеты выгоревшего по этой причине коаксиального кабеля.

Кабели, проложенные внутри объектов

В том случае, если система уравнивания потенциалов не обеспечивает допустимой разности потенциалов, то аналогичная проблема может возникнуть при прокладке цифровых кабелей между стойками оборудования объекта связи или монтажными шкафами СКС. В случае, если кабель проложен между частями объекта, имеющие изолированные друг от друга системы уравнивания потенциалов, подключение экрана кабеля к ним с обеих сторон недопустимо в принципе.

Системы промышленной автоматики

Любой современный промышленный объект – электростанция, крупное производство, порт и т.д. – имеет сложные системы контроля и управления, состоящие из множества датчиков, контроллеров, устройств обработки информации, связанных между собой в основном кабелями с медными жилами. Наличие источников мощных промышленных электромагнитных помех, большая занимаемая территория приводят к тому, что проблема протекания опасных и мешающих токов по экранам кабелей на таких объектах не менее значима, чем на сетях связи. Нельзя при этом не учитывать значительные материальные потери, возникающие при нарушении технологических процессов, а на опасных производствах и возможность серьезных аварий.

Заземление экрана кабеля с одной стороны через ёмкость

Одним из способов решения данной проблемы является подключение экрана кабеля к заземляющему устройству через конденсатор. Физический смысл такого решения легко понять: для предотвращения протекания токов уравнивания потенциалов и низкочастотных помех по экрану необходимо изолировать его от «земли» в одном месте. Для высокочастотных помех, находящихся в кабеле, конденсатор имеет низкое сопротивление, что обеспечивает высокочастотное заземление экрана кабеля.

В тех случаях, когда на одном из заземляющих устройств присутствует высокочастотная помеха или же на кабель связи воздействует мощная низкочастотная помеха (например, при совместной или близкой прокладке сигнального или силового кабелей) применение высокочастотного заземления может дать отрицательный результат. НПО «Инженеры электросвязи» разработаны и серийно производятся устройства высокочастотного заземления нескольких типов, которые содержат конденсатор и разрядник. Емкость конденсатора может быть различной и имеет порядок от десятков нФ до единиц мкФ.

В настоящее время практически все вновь прокладываемые кабели связи имеют пластмассовые оболочки поверх металлических покровов, что защищает последние от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами. Приведенный ниже пример, возможно, уже утративший практическое значение, является иллюстрацией еще одного применения того же технического решения.

Одним из способов защиты от коррозии металлических покровов кабелей связи является увеличение их продольного сопротивления, что достигается нарушением непрерывности металлической оболочки или брони за счет установки изолирующих муфт. В тех случаях, когда это приводит к возникновению помех, муфты шунтируются конденсатором, емкость которого обычно составляет от 10 до 50 мкФ.

Подключение экрана к заземляющему устройству через предохранитель

Предлагается подключать экран (земляную жилу) кабеля к металлоконструкциям зданий через устройство, содержащее предохранитель и индикатор постороннего напряжения. В результате проведенных специалистами нашего предприятия исследований были определены тип предохранителя (полимерный позистор) и его технические характеристики.

Выбор способа защиты от протекания опасных и мешающих токов по кабелям связи.

1. В тех случаях, когда импульсные помехи, наведенные в жилах кабеля за счет электромагнитной индукции, не приводят к нарушению качества связи допустимо заземлять экран кабеля только с одной стороны. Например заземлять экран в кабельной шахте АТС и в уличных РШ и изолировать его от корпуса этажного распределительного щита.

Если при обрыве цепи экран-земля в жилах кабеля внешними электромагнитными полями индуцируются помехи, влияющие на качество связи, то можно выбрать один из следующих способов:

2. В случае, когда ток по экрану может протекать только в случае аварии электроустановки, целесообразно применять полимерный позистор, через который экран подключается, например, к корпусу этажного распределительного щита.

Этот вариант может найти применение прежде всего на телефонных сетях.

3. Если между точками, в которых экран кабеля должен подключаться к заземляющим устройствам (системам уравнивания потенциалов), существует постоянная или периодически возникающая разность потенциалов или низкочастотная помеха, для подключения экрана может применяться конденсатор.

4. В принципе, возможно еще одно решение. Параллельно кабелю прокладывается проводник, который подключается к экрану кабеля в начале и конце участка прокладки и служит для замыкания цепи протекания по экрану наведенного помехой тока. Важно исключить взаимное влияние между экраном и проводником, что может быть достигнуто экранированием их друг от друга или прокладкой на расстоянии друг от друга.

Заключение

Для внедрения предложенных решений необходима разработка специальных устройств и нормативной базы. С учетом того, что цифровизация сетей доступа предъявляет высокие требования к электромагнитной совместимости, а на промышленных предприятиях массово внедряются современные системы контроля и управления, решение поставленной задачи имеет практическое значение.

Терентьев Д.Е., технический директор
НПО «Инженеры электросвязи».