

Алексей ОМЕЛЬЯНЧУК, эксперт

T=RC

(Про школьную физику в технике и способы расчетов с точностью 30%)

Инженеры-проектировщики охранно-пожарных систем в большинстве своем слышали про существование закона Ома. Некоторые даже читали серию статей Игоря Неплохова на общую тему «Почему за рубежом нет двухпороговых приборов», в которой замечательно показано, что получится, если закон Ома применить к двухпороговому пожарному неадресному шлейфу (это когда ППК может различить — один или два извещателя сработали). Вкратце суть в том, что на практике это возможно, только если в шлейфе очень мало (буквально 5–10) идентичных извещателей, сам шлейф короткий (100–200 м), а ППК и извещатели тщательно рассчитаны на совместную работу и подобраны и закуплены высокоточные (1% точности) резисторы.

Впрочем, мне эти статьи представляются чисто теоретическими изысканиями — неадресные извещатели в наше время устанавливают либо на очень маленьких объектах, где шлейф длиной 10 м, а извещателей всего три, либо там, где никому не интересно, как они работают, где система пожарной сигнализации предназначена для защиты не от пожара а от пожарного инспектора.

А что будет, если применить школьный курс физики к адресным пожарным извещателям? Тут закона Ома недостаточно. Придется вспомнить вынесенную в заголовок формулу — «время = сопротивление • емкость».

Почему нам понадобилось время? Адресные системы передают по адресному шлейфу информацию, т. е. изменяют напряжение или ток в шлейфе для передачи очередного бита. В простых случаях скорость изменения примерно равна скорости передачи информации. Если изменять один раз в секунду, то будем передавать один бит в секунду. Если будем изменять 1000 раз в секунду, то передадим 1 кбит в

секунду. Большинство пожарных систем использует скорости именно в районе 1000 бит/сек. С одной стороны, вроде бы для передачи сигнала о пожаре достаточно передать всего около 10 бит за требуемое время в пару секунд, так что достаточно было бы 10 бит/сек., но на практике требуется еще и много другого. Например, периодически проверять потерю связи со всеми устройствами, их состояние, а тут уже не обойтись 10 битами, да и пока все 100 (а у кого и 500) извещателей опросишь, пройдет уйма времени. В общем, стандартная практика всех производителей — обеспечить около 1000 бит в секунду, т. е. характерное время сигнала не более 1 миллисекунды. А значит, всякие паразитные времена задержки, времена установления сигнала, в том числе то самое «время=сопротивление • емкость», суммарно должны быть в несколько раз меньше — 100–200 микросекунд. Для верности на постоянную времени установления сигнала в шлейфе придется оставить не более 50 мкс, остальное уйдет на быстродействие электроники и всякое прочее, даже время распространения радиоволны вдоль кабеля на длину 1 км само по себе составит примерно 10 мкс.

Впечатляет? Только что говорили, что время доставки сообще-



Георг Симон
ОМ



ния о пожаре должно быть 1–2 секунды, и тут же получилось, что время установления напряжения в шлейфе должно быть в районе микросекунд. Это еще ничего, в компьютерах и телефонах, чтобы обеспечить приемлемое время реакции на действия оператора (меньше 0,3 секунды), приходится ставить 8-ядерные 3-гигагерцовые процессоры, т. е. им уже наносекунды велики, лезут в пикосекунды, скоро фемтосекунды в ход пойдут.

Вернемся к адресному шлейфу. Оценка времени — 50 микросекунд. На самом деле это очень оптимистичная оценка для очень грамотно продуманных протоколов. Многие старые протоколы адресного шлейфа требуют, чтобы сигнал устанавливался значительно быстрее, иначе разные извещатели на шлейфе могут не вовремя начать отвечать и перепутают свои ответы с чужими вопросами. Некоторые новые протоколы, наоборот, стремятся «на всякий случай» увеличить пропускную способность до десятков килобит/сек. и сокращают время передачи одного бита. Так что можете считать, что оценка 50 мкс — это очень оптимистичная оценка.

Итак, 50 мкс. Это много или мало? Берем типичный кабель КПСнг(А)-FRLS-2х0.2. Сопротивление километра одной жилы — 96 Ом, емкость — 55 нФ. Умножить сопротивление на 2 не будем, хоть жил и две, зато среднее сопротивление можно считать соответствующим половине длины. Итак, 5 микросекунд. Вроде бы совсем мало. А если два километра? И сопротивление, и емкость вырастут вдвое, поэтому время вырастает вчетверо — уже 20 мкс. Это уже очень близко к допустимому пределу. Увеличивать длину еще вдвое до 4 км я даже не предлагаю. Я

предлагаю вспомнить, что сопротивление есть не только у кабеля. Есть еще и выходное сопротивление прибора (ППК). Оно тоже составляет сотни Ом (в лучшем случае десятки Ом, но это уже сильно удорожает ППК). А еще есть емкость извещателей. Небольшая, обычно в пределах сотен пикофард, но если умножить на 100 штук извещателей, суммарная емкость также добавит заметные десятки нанофард. Что мы получили? 2 км — максимальная длина шлейфа. С учетом весьма оптимистичных предположений об «оптимальности» протокола связи и высококачественной (дорогой) реализации всех приборов.

А можно ли заставить шлейф работать на 4 км? Конечно, можно. Для оценки я взял самый тонкий кабель — 0,2 мм². Достаточно взять 2,5 мм², и сопротивление резко упадет (в 10 раз), правда, емкость несколько вырастет (вдвое). В результате длину шлейфа можно будет увеличить хотя и не в 5 раз, как сначала может показаться, но по крайней мере вдвое — до запрошенных 4 км — ведь даже если у нас самый лучший ППК, его сопротивление станет весьма существенным по сравнению с уменьшившимся сопротивлением кабеля. Видите, к чему приводит учет емкости? Даже на самом толстом из допустимых кабелей, даже при самых оптимистичных предположениях об интеллекте разработчиков и жадности производителей мы оценили максимально допустимую длину адресного шлейфа в 4 км.

А теперь самая «жесть». Вы — проектировщик, вы не хотите проблем на объекте и, благо заказчик не очень прижимистый, закладываете на шлейфы «самый лучший» кабель. Экранированный. Например, КПСЭнг(А)-FRLS-2х0.2. Оказывается, его собственное производство емкость на сопротивление уже на 1 км будет 10 мкс. А если учесть неидеальность ППК и протокола, то и на 500 м система, вероятно, будет работать неустойчиво. А что такое 500 м для нормального объекта? Ведь это шлейф! Он заходит в каждую комнату, подходит к каждому пожарному извещателю (шаг между ними, как известно, не более 9 м). На одном этаже здания площадью всего в тысячу квадратов (20 x 50 м) шлейф (кольцевой, разумеется) составит около 300 м



ГРАДОХРАНИТЕЛЬ
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

Прибор «Хранитель-IT»

Выполняет свои функции по контролю опасных ситуаций и локальному оповещению при их возникновении, полностью автономно. Принципиально важной особенностью прибора является использование новейших «облачных» IT-технологий для обмена информацией между прибором и пользователем через единый центр обработки данных (ЦОД), находящимся удаленно от прибора.

ПУЛЬТ ЭКСТРЕННОЙ ПОМОЩИ



- ЧОП
- полиция
- МЧС
- скорая помощь

ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕР



- предоставление услуги "Мониторинг ОС"
- поддержка аккаунта пользователя
- биллинг

КЛИЕНТСКАЯ ЗОНА



- WiFi
- Ethernet



LAN
WAN

ДАТА-ЦЕНТР «Хранитель»



- ведение базы данных
- выдача данных пользователям
- управление пультами
- диагностика системы
- техническая поддержка

УДАЛЁННОЕ УПРАВЛЕНИЕ С МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПОД ОС «Андроид»

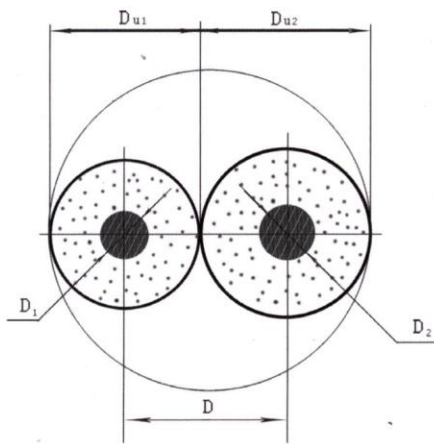


- оповещение об опасных ситуациях в жилище
- полная информация о текущем состоянии системы
- запрос архивных данных
- отправка сигнала SOS домой и прием из дома
- дистанционное управление прибором



Тел.: (383) 20-90-500, e-mail: secret@securitys.ru, сайт: hranitel.pro

в идеальном случае. Достаточно обнаружить поперечные балки или сложную планировку плюс требование заказчика минимизировать прокладку кабеля на виду, и вы на единственный этаж такого маленького здания умотаете упомянутые 500 м кабеля и получите проблемы. Мораль: не торопитесь брать экранированный кабель, проверьте, что по документации производителя системы суммарная емкость окажется допустимой. Заодно вторая мораль: если выходное сопротивление ППК велико (заметно больше 100 Ом), то увеличение толщины кабеля не приведет к улучшению, наоборот, емкость шлейфа увеличится, а суммарное сопротивление (выходное сопротивление ППК плюс сопротивление кабеля) практически не изменится. И вдогонку третья мораль: попытки развести шлейф «звездой», несколькими лучами от ППК также приведут к ухудшению ситуации, ибо сопротивление каждого куска кабеля станет, конечно, немного меньше (и среднее сопротивление шлейфа от ППК до каждого из извещателей), однако суммарная емкость кабельной системы шлейфа при этом, скорее всего, возрастет. А самый главный наш враг — это емкость шлейфа.



Поэтому, если вы ожидаете на объекте большие электромагнитные помехи и намерены применить экранированный кабель, закладывайте минимум двукратный запас по длине. Кстати, тяжелые помехи могут встретиться даже на самых невинных объектах — в гостинице на верхнем этаже стоят в ряд мощные моторы лифтов и вентиляторы-кондиционеры, так что последний этаж гостиницы куда хуже, чем средний заводской цех. В ресторане стоят неслабые индукционные плиты, так что на кухне не только дымовые извещатели ставить нельзя, но и меры защиты от наводок надо применять. В детских садах установлены в огромном количестве экономичные люминесцентные лампы, но вот только в незаземленных светильниках, а бездрессельные балласты закуплены самые дешевые. И вот уже наводка на шлейф превышает 10 вольт, причем импульсная помеха так похожа на передачу данных адресной системы, что ППК может даже принять ее за ложный сигнал о пожаре.

В заключение несколько слов о выборе адресной системы. К сожалению, я повязан по рукам обязательствами неразглашения доверенной мне коммерческой тайны (все протоколы адресного шлейфа закрытые, являются секретом соответствующей фирмы-производителя) и не могу рассказать, у каких систем требования чуть мягче, у каких жестче. Понятно, что наличие в ассортименте продукции таких изделий, как усилители адресного шлейфа, не свидетельствует о хорошей работе шлейфа — не от хорошей жизни приходится делать усилители. Также, надеюсь, всем понятно, что если производитель просто указывает рекомендуемый тип кабеля, то это именно тот тип, при котором можно реализовать максимальную длину. Увеличение сечения кабеля может не привести к желательному эффекту. Ведущие мировые производители обычно так и делают — они максимально вылизали свою аппаратуру, не слишком на ней сэкономили и не видят необходимости экономить на проводах, потому рассчитывают на самого глупого проектировщика и дают простые и жесткие рекомендации. Только не забудьте, что в этой рекомендации речь именно о суммарной длине кабеля, включая все ответвления, все лучи и веточки. Ведь лимитирует длину, не забываете, емкость кабеля.

Еще одно замечание о том, кого считать производителем. Например, популярные в нашей стране адресные дымовые извещатели одного итальяно-американского про-

изводителя применяются в десятке отечественных и нескольких десятках зарубежных систем. Так вот, хотя автором (разработчиком) протокола связи адресного шлейфа является производитель извещателей, внимательно надо читать рекомендации производителей ППК — именно реализация схемотехники ППК в большинстве случаев определяет эффективное сопротивление, которое надо умножать на емкость. Именно производитель ППК должен корректно указать допустимую емкость кабеля шлейфа. Производитель извещателей, конечно, хорошо знает о принципиальных ограничениях, вызванных особенностями протокола, но не знает об особенностях реализации ППК (или того кусочка модульного ППК, который работает с адресным шлейфом) того или иного производителя комплексной системы. Поэтому в таком случае допустимая длина шлейфа заведомо не будет больше, чем та, которую указывает производитель извещателей, но может оказаться заметно меньше ввиду отдельных особенностей реализации ППК. Кстати, вовсе не значит, что хороший (и дорогой) ППК обязательно реализует максимальную длину шлейфа. Производитель ППК может счесть более важным параметром надежность работы, помехозащищенность, искробезопасность (взрывобезопасность). Кстати, да, любые барьеры искробезопасности, конечно, ухудшают свойства ППК с точки зрения длины шлейфа.

Ну вот, начал с умной формулы, а закончил общими рассуждениями. Не огорчайтесь, знание формул поможет грамотно откорректировать проект при переходе с одного кабеля на другой. Вы не знаете (скорее всего, никто не расскажет), каково сопротивление ППК и какое допустимо время установления сигнала в кабеле. Однако, исходя из готовых рекомендаций, вы всегда можете пересчитать один кабель на другой. Если погонная емкость кабеля выросла вдвое, длина кабеля заведомо должна быть сокращена вдвое (в наихудшем случае сопротивление определяется прибором и больше ничем). Если сечение кабеля вы взяли вдвое меньше (погонное сопротивление вдвое больше), допустимая длина шлейфа получается вдвое меньше. Внимательный читатель должен был заметить, что даже в наихудшем случае, если ППК имеет нулевое выходное сопротивление, и то за счет одновременного сокращения и емкости и сопротивления кабеля допустимо сократить длину всего в полтора раза (точнее, в 1,4142 раза). Увы, возможно, ограничение длины было связано с банальным законом Ома — все-таки прямое сопротивление шлейфа также не должно быть очень большим. Однако если ваша система очень разветвленная, то наверняка достаточно в 1,5 раза сократить общую длину (массу) кабеля при условии, что прямая длина между любой из точек подключения к ППК и любым извещателем не превышает половинной разрешенной производителем длины.

Пример: производитель обещает работу системы на кабеле 1,5 мм² на длине шлейфа 1 км. Вы решили сэкономить и применить кабель 0,75 мм², значит, путь от ППК до самого дальнего извещателя (или до второго порта ППК при кольцевом подключении) должен быть не более 500 м, а суммарная длина кабеля со всеми ответвлениями — не более 700 м. Между прочим, указанный пример — переход с 1,5 на 0,75 на длине шлейфа 700 м — означает экономию, достаточную, чтобы купить пару билетов в Париж. На обратные билеты надо будет еще один шлейф оптимизировать. ☒