

Параллельное подключение нескольких нагрузок к одному выходу

(30%, закон Ома)

Алексей ОМЕЛЬЯНЧУК, эксперт

Врожденная жадность (иными словами — экономотность, домовитость) не позволяет даже разумным проектировщикам проектировать разумные системы. Казалось бы, надо тебе подключить к системе 32 таблички «Выход» (по одной на каждом этаже), поставь нужное количество релейных блоков — и будет тебе счастье. Например, 8 блоков по 4 реле в каждом. Но нет, ведь хочется сэкономить, и потому в проекте будет один релейный выход (благо реле «держит» 3 ампера), к которому на одну пару проводов длинной цепочкой будут подключены все 32 таблички (общее потребление, ладно, сочтем приемлемым — $32 \times 90 \text{ мА} = 2880 \text{ мА}$). Общая длина примерно 300 м (по 10 м между табличками). В чем же засада?

Первая засада в том, что большинство табличек (ламп, сирен, оповещателей и других аналогичных устройств) имеют весьма ограниченный диапазон рабочего напряжения. Например, популярное устройство КОП-24 работает при напряжении от 18 до 28 В. Огромный диапазон! Да? Нет.

Мы ставим стандартный блок питания 24 В (на самом деле он обычно выдает 27,5 В, потому что в нем стоят два свинцовых аккумулятора с напряжением «подзаряда» 13,8 В — как в автомобиле). Подходит? Подходит. Дальше. Система должна работать в случае отсутствия питания еще 24 часа в дежурном режиме и 3 часа в тревожном. Понятно, аккумуляторы рассчитываются тоже «экономно», так что к концу этого периода напряжение на выходе блока питания будет около 20 В. Подходит? Тоже подходит. Но! На падение напряжения на проводах остался запас в 2 В.

При токе потребления 3 ампера допустимое сопротивление проводов всего 0,6 Ом. Вспоминаем одну из первых статей про 30% — сопротивление одиночного провода сечением 1 мм² и длиной 100 м = 2 Ом. Пересчитываем — получаем: при длине кабеля 300 м сопротивление 0,6 у кабеля сечением 2 x 16 мм². Такой кабель можно согнуть только об коленку, и то синяк может получиться. Стоимость одного (!) метра такого кабеля равна стоимости одного табла. Ничего себе экономия... Да и не получится такой кабель подключить к существующим табло, и даже не просто будет протянуть в существующих стояках между этажами.

И тут мы обращаем внимание на то, что существуют таблички с заметно более широким диапазоном напряжения питания, а заодно со значительно сниженным током потребления. Обычно такого эффекта добиваются с помощью импульсных источников питания, но я не буду вдаваться в технологические секреты производителей. Для нас сейчас важно, что есть вроде бы не сильно отличающиеся устройства с допустимым диапазоном напряжения питания 10–40 В и током потребления 20 мА. Пересчитываем все заново. Блок питания оставим тот же, привычный для пожарных систем 24 В. Допустимое падение напряжения даже с полностью разряженных аккумуляторов будет уже 20 В – 10 В = 10 В. Ток потребления всей цепочки $32 \times 20 = 640 \text{ мА}$. Делим — получаем: нас устраивает сопротивление 16 Ом. Это значит, годится кабель 2 x 0–75! совсем другое дело! (рис. 1)

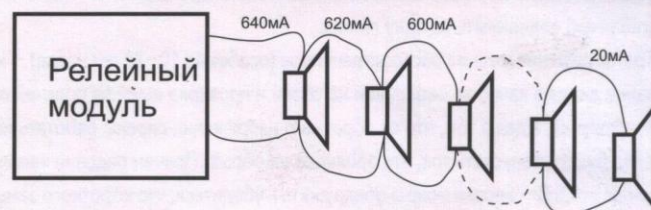
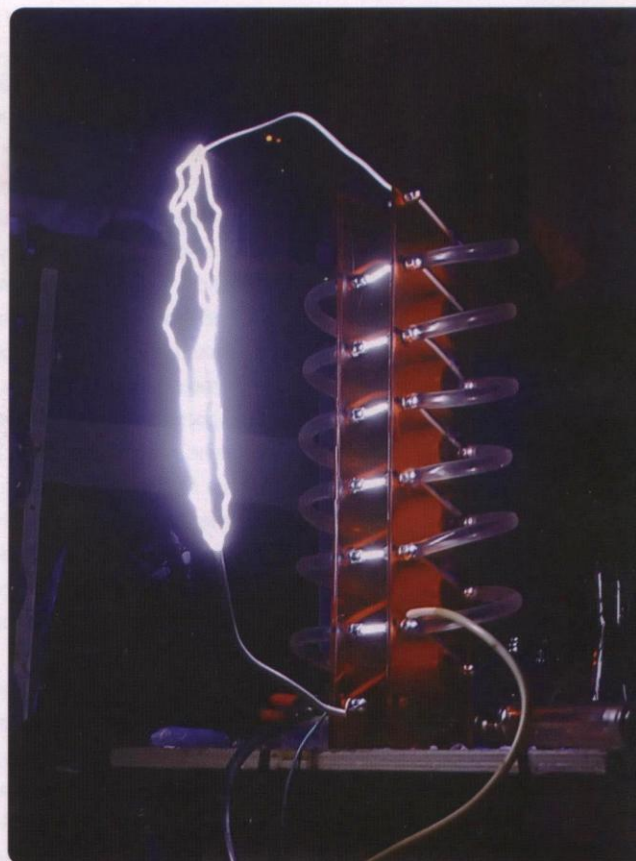


Рис. 1

Теперь посчитаем немного точнее. Средний ток в кабеле вовсе не 640 мА. Это только на первом участке от реле до первого табла ток максимальный, а дальше ток меньше. Если считать, что табло распределены по шлейфу равномерно, то средний ток можно считать равным ровно половине полного, т. е. 320 мА. Любители математики могут сами сообразить, почему так можно считать, остальным поясню: в первом участке течет ток от 32 табло, в следующем — от 31 и т. д. Соответственно, падение напряжения на первом участке равно $R \text{ кабеля} \times 32 \times I_{\text{табло}}$, на следующем $R \text{ кабеля} \times 31 \times I_{\text{табло}}$, и т. д. Ну а сумма ряда $32 + 31 + \dots + 2 + 1$ — известно, равна примерно $32 \times 32 / 2$. Итого, в первом приближении (с точностью до 30%) можно считать, что по кабелю просто течет «средний» ток, равный половине полного. Стало еще легче. Кабель можно выбрать всего 2 x 0,35, это уже совсем копейки, даже в огнестойком исполнении.

Теперь перейдем к грустному. Нормы (и здравый смысл) требуют контролировать целостность линии связи от прибора (релейного блока) до оповещателя. Действительно, это провода от выключателя до лампочки вы лично проверяете несколько раз в сутки, а пожарная сигнализация может годами стоять и ни разу не включить сирены. И только в случае пожара, когда уже поздно чинить проводку, она должна сработать. Итак, контроль.

Разумеется, все производители предлагают наряду с обычными релейными блоками аналоговые блоки с функцией контроля линии связи.

В принципе, встречаются три разные технологии. Первая — периодическое измерение прямого сопротивления линии. Не требует никаких дополнительных устройств, контролирует не только всю линию, но и сами оповещатели и выдает тревогу при существенном изменении сопротивления линии. Недостатки такого подхода — он хорошо работает, только если на линии один оповещатель. Ну, два-три. А если их там 32, то заметить отключение одного из них нереально. Поэтому такой способ не годится для любителей жесткой экономии. Вообще, такое решение реально применить лишь в случае адресной системы, когда «релейный блок» фактически является довольно маленьким и дешевым устройством. И, кстати, в таком случае нередко получается, что в момент проверки оповещатель «немножко работает». Хотя на него подается очень маленький ток, этого тока может быть достаточно, чтобы современная электронная сирена чуть-чуть «тикнула». Да, сирена не выдаст свои 110 дБ, не переполошит всю деревню, но, если она стоит в комнате охраны, ежеминутное «тиканье» изрядно раздражает. Раз уж зашла речь, упомяну решение проблемы. Надо подключить параллельно сирене небольшой резистор сопротивлением примерно 1–5 кОм. Весь ток проверки уйдет в этот резистор (обычно не более 1 мА), сирена вообще не шелохнется. А в рабочем режиме, когда подано 12 В, в резистор потечет приемлемо небольшой «лишний» ток — пара миллиампер.

Второе техническое решение — размещение на конце линии специального устройства, цифрового или аналогового «ответчика», с которым блок управления постоянно «общается» и проверяет наличие связи. Решение очень эффективное, хотя, надо сказать, позволяет контролировать только «линию связи» (буквально, как и требуют действующие нормы). Собственно, клеммы подключения оповещателей и сами оповещатели никак не контролируются. Ну и последний недостаток — заметная цена устройств. Это решение имеет смысл применять, только если вы намерены действительно много сирен (табличек) подключить на одну линию.

Третье решение, весьма распространенное (особенно 10–20 лет назад) — использование диода в качестве оконечной нагрузки и проверка шлейфа подачей обратного напряжения. Идея в том, что от обратного напряжения сирены работать не будут, а диод будет пропускать ток, это проверка на обрыв. Причем падение напряжения на диоде — 0,6 В — вполне можно обнаружить и убедиться, что короткого замыкания на линии тоже нет. Увы, все не просто. Во-первых, многие оповещатели имеют защитный диод на входе, который защищает их и от перепутанной полярности, и от превышения напряжения (это именно защитный диод — по сути, стабилитрон).

(рис. 2)

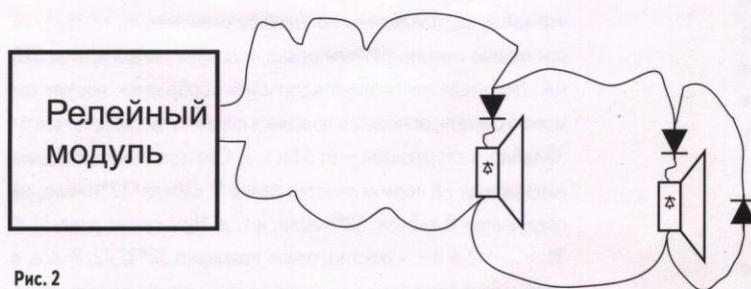


Рис. 2

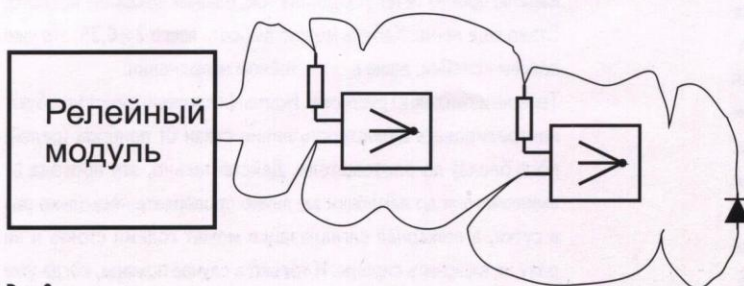


Рис. 3

Что получилось? В каждом оповещателе стоит такой же диод, что и в конце линии, — наш релейный блок не заметит, если шлейф порвется где-то посередине. Результат — производители таких блоков (с такой технологией контроля) рекомендуют устанавливать каждой сирене дополнительный диод «прямой полярности». Заодно такой диод защитит сирену от повреждения током проверки, если в сирене нет встроенной защиты (увы, гонка за дешевизной характерна не только для героя сказки Пушкина и нашего предполагаемого проектировщика, но и для производителей сирен). Ну ладно, пусть еще один диод, это недорого, тем более что уважаемые производители за скромную цену предлагают сразу готовый блок с парой диодов и клеммами (или торчащими проводами) — для удобства монтажа. Если вы строите систему для защиты от пожарного — решение вполне хорошее. Целостность линии связи, безусловно, контролируется, нормы соблюдены. Беда только, что между линией связи и каждым оповещателем появились еще дополнительные устройства и пара соединений (или даже скруток), что, конечно, не добавляет надежности системе.

В заключение рассмотрим еще один пример запредельной жадности (и одновременно удивительной технической красоты), встретившийся мне недавно в проектных решениях. Дано: есть блок пуска пожаротушения, выдающий 3 ампера на выход. Очень хороший блок, с импульсным стабилизатором, т. е. он выдает именно гарантированный ток — 3 ампера независимо от нагрузки. На короткое замыкание также выдает 3 ампера и на нагрузку 1 Ом выдает 3 ампера (получается всего 3 вольта на нагрузке — кто помнит закон Ома). Желание проектировщика было запустить от этого блока примерно 100 модулей типа «Буран», требующих 100 мА каждый. В принципе, подключать несколько пиропатронов (запалы в «Буранах», строго говоря, не являются пиропатронами, но для простоты я буду их называть так) параллельно к выходу одного пускового блока вполне допустимое решение по существующим нормам. Да, при этом невозможно контролировать цепи подключения каждого пиропатрона и сами пиропатроны — только пресловутую целостность линии связи, но по нормам это допускается. Замечу, кстати, что ни в одном автомобиле никогда не контролируется линия связи с подушками безопасности — контролируется именно целостность самих пиропатронов подушек, причем каждого индивидуально — но ведь там речь идет о нас, любимых, изображающих Шумахера на скользкой дороге, а не о каком-то там маловероятном пожаре в здании, которое мы, может быть, никогда после проектирования и не увидим.

(рис. 3)

Итак, несколько пиропатронов параллельно, резисторы к ним подключают последовательно, дабы в случае короткого замыкания в пиропатроне он не закортит всю линию и не воспрепятствовал работе остальных пиропатронов (обычно при срабатывании пиропатроны переходят в «обрыв», но случаи разные бывают. Хотя чаще короткое замыкание образуется просто само по себе, со временем, за счет коррозии металла и химических процессов в наполнителе пиропатрона). Идея проста: даже если ток источника после включения распределится неравномерно, то первыми выгорят «в обрыв» те пиропатроны, куда попал ток больше среднего, после чего ток перераспределится по оставшимся и сработает следующий — и все это в течение нескольких миллисекунд после включения выхода. Существ-

венное условие — выходного тока модуля управления должно заведомо с запасом хватать на все пиропатроны. Не должно так случиться, что ток из-за разных перепадов на проводах и контактах в первый момент после включения распределится поровну — «всем понемножку», так что всем не хватит для срабатывания. Обычно производители для такого включения рекомендуют полтора кратный запас. В случае «Буранов» с пусковым током 100 мА это означает, что модуль с выходным током 3 А можно подключить к 20 «Буранам».

Итак, вернемся к проявлению здоровой жадности. Хочется одним модулем поджечь 100 «Буранов» (на самом деле «всего» 75). Сразу тока не хватит — для 75 «Буранов» надо 7,5 ампера, у нас всего 3 А, да и запас небольшой надо обеспечить. Можно, конечно, поставить еще пару простых реле и переключать по очереди 3 группы по 30 пиропатронов, но жадность даже этого не позволяет. Однако решение есть, причем очень красивое (не пытайтесь повторить в реальной жизни, описываемый трюк доступен только подготовленным каскадерам в касках и со справками от психоневролога). Итак. Ставим последовательно пиропатронам разные резисторы. Обеспечим заведомо неравномерное распределение тока. Первую группу 15 «Буранов» подключим напрямую. Вторую группу (тоже 15 штук) — через резисторы 20 Ом (сопротивление самого пиропатрона также 20 Ом — поэтому суммарное сопротивление этих веток будет вдвое больше). Еще одну — через 60 Ом, т. е. сопротивление этих веток будет вчетверо больше. И т. д. Всего будет 6 групп «Буранов», суммарное сопротивление в ветке первой группы — 20 Ом, второй

— 40, далее — 80, 160 и, наконец, 320 Ом. Типичная двоичная лесенка. Проводимость первой группы даже меньше, чем сумма проводимостей остальных групп. Поэтому в первый момент после включения больше половины всего тока (т. е. больше 1,5 ампера) потекут в эту группу. Соответственно, этого тока хватит, чтобы сработали пиропатроны первой группы. Когда они сработают, они будут «в обрыве» (если все произойдет, как положено) и выходной ток пускового модуля вновь перераспределится, так что уже следующая группа из 15 пиропатронов получит больше половины этого тока. Теперь сработают они, ну и т. д. Маленькая неприятность в том, что последней группе, чтобы сработать, необходимо напряжение 32 В. Поэтому пришлось запроектировать питание модуля от 3 блоков питания по 12 вольт — суммарно 36 вольт. (рис. 4)

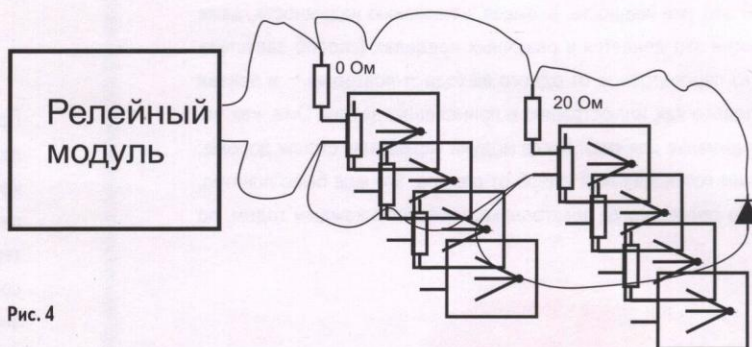


Рис. 4

Теоретически должно работать. На практике достаточно одному пиропатрону сработать «в короткое» или хотя бы просто не сработать, и скорее всего ни один пиропатрон в следующих группах не сработает. Я уж не говорю про надежность контроля целостности такой сложной конструкции. Ну и, конечно, это, в принципе, работает далеко не с каждым пусковым модулем, а только с таким, который обеспе-

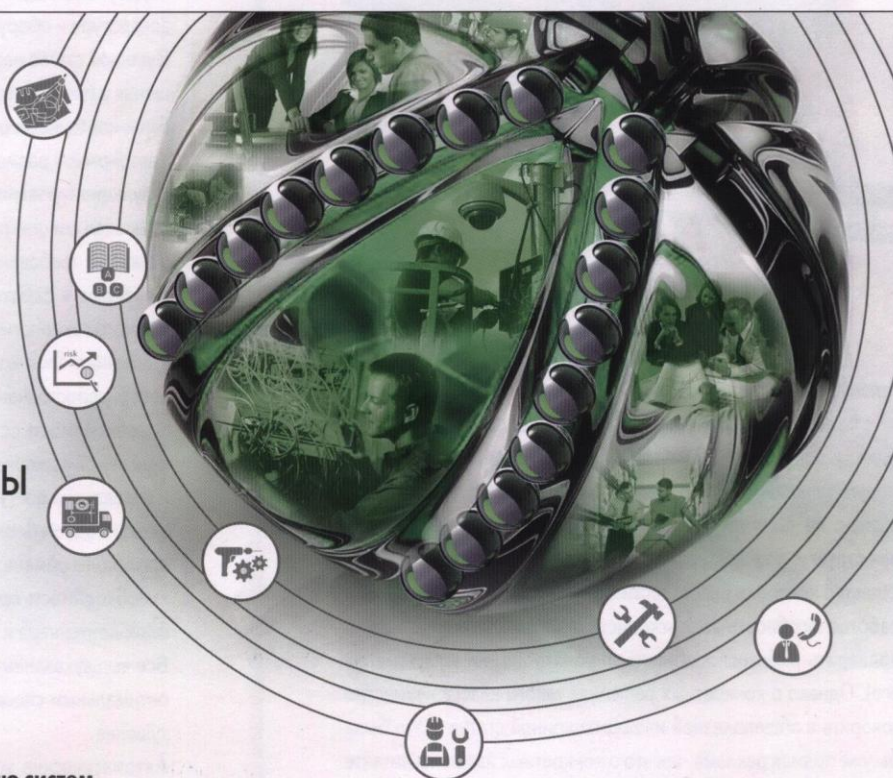
Системы теленаблюдения.
Системы контроля и управления доступом.
Системы пожарной автоматики.
Системы охранной сигнализации.
Системы ограждений.
Системы инженерных заграждений.
Системы охраны периметра.
Электрошоковые системы охраны.
Антитеррористическое оборудование.
Системы электроснабжения и резервирования электропитания.

КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Создание проектно-сметной документации.
Выпуск научно-технической продукции.
Анализ уязвимости, оценка угроз объекта.
Поставки оборудования.
Выполнение монтажных работ.
Наладка оборудования и ввод в эксплуатацию систем.
Обслуживание и ремонт КСБ.
Техническая поддержка и обучение.

115230, ул. Нагатинская, д. 4а.
Тел.: (495) 956-6028 (многоканальный). Факс: (495) 748-3635.
E-mail: altair@altairsb.ru

ГРУППА КОМПАНИЙ
АЛЬТАИР
www.altairsb.ru



чивает (ограничивает) фиксированный ток. Если в модуле стоит обычное реле и модуль попытается выдать все 36 вольт на выход сразу, то при этом ток в пиропатронах последней группы сразу окажется 100 мА, в предпоследней — сразу 200 мА и т. д., так что суммарный ток превысит 40 ампер, разумеется, защита блока питания сработает раньше, чем пиропатроны, и не запустится вообще ни один «Буран».

Что я хочу всем этим сказать? Жадность безгранична. Я никому не советую никогда подключать больше одной нагрузки на один выход. Параллельное подключение нескольких потребителей — это уже жадность, ведущая к снижению надежности, даже если это делается в разумных пределах (способ запустить 75 пиропатронов от одного выхода — повторяю — я привел только как иллюстрацию к применению закона Ома, как упреждение для ума). Когда модули управления стоили дороже, чем потенциальный ущерб от пожара, это еще было понятно. Но сейчас, когда электроника дешевеет с каждым годом, по



закону Мура, правильное решение — либо использовать модули с большим количеством выходов (и подключать к каждому выходу один потребитель), или использовать миниатюрные модули непосредственно вблизи каждого потребителя. Второй вариант не намного увеличит стоимость всей системы (кабельная структура та же), но зато позволяет значительно повысить качество контроля целостности всех линий, всех соединений и работоспособность всех устройств (насколько вообще можно проверить работоспособность пиропатрона, не воспламенив его). Однако о конкретных решениях такого класса неуместно говорить в общепольной информационной статье — это была бы уже прямая реклама, так что о конкретных изделиях читайте в других моих статьях. ■

Применение установок газового пожаротушения в блок-контейнерах

**Елена ОСИНИНА, ведущий проектировщик,
Сергей МАКАРОВ, главный специалист по системам пожаротушения
компании «ТЕХНОС-М+»**

Применение различных блок-боксов, мобильных зданий, контейнеров в последнее время получает все более широкое распространение. В подобного рода конструкциях размещаются дизельные электростанции, автономные источники питания, аппаратура связи, насосные станции, другое электротехническое и технологическое оборудование. Благодаря своей мобильности и автономности сооружения контейнерного типа стали популярны в нефтегазовой отрасли, у энергетиков, геологов, строителей, военных. В силу того что на относительно небольших площадях контейнеров компактно сосредоточено дорогостоящее оборудование, помещения такого плана нуждаются в надежной защите от возгораний и пожаров. Наиболее полно выполнить эту задачу могут автоматические установки газового пожаротушения. В качестве огнетушащего вещества в этих установках применяются химически неагрессивные, легко удаляемые газовые составы, которые не только создают в защищаемом объеме концентрацию, не поддерживающую горение, но и при этом не наносят ни малейшего ущерба аппаратуре и оборудованию, находящимся в контейнере.

В данной статье рассматриваются некоторые особенности газового пожаротушения в блок-контейнерах.

Блок-контейнеры обычно отличаются от других объектов следующим:

- автономное размещение и отсутствие обслуживающего персонала;
- функционирование в сложных климатических и температурных условиях;
- высокая концентрация дорогостоящего оборудования на малой площади;
- высокие требования к надежности системы;
- перерыв в работе контейнеров часто приводит к нарушениям сложного и важного технологического процесса;
- наличие в блок-контейнерах большого количества конструкций, препятствующих распространению огнетушащего вещества;
- необходимость оснащения контейнера различными системами, совместимыми с системой пожарной безопасности (системы охранной сигнализации, контроля и управления доступом, газообнаружения и т. п.), которые должны интегрироваться в одном блоке приемно-контрольной аппаратуры или иметь совместимые протоколы обмена;
- необходимость организации обмена данными между системой пожаротушения блок-контейнера и удаленным постом наблюдения.

Все вышеуказанные особенности контейнеров приводят к тому, что наиболее оптимальным способом тушения для них является объемное газовое пожаротушение.

Автоматические установки газового пожаротушения являются единственно возможным средством противопожарной защиты помещений с компьютерной техникой, коммутационным и телевизионным оборудованием, вычислительных центров, серверных, дизель-генераторных, насосных, компрессорных, узлов учета и др.