

«Гроза-зонт» RS-485

Андрей Шабронов

Атмосферное электричество и молнии имеют величину энергии и токи значительно бóльшие, чем рабочие токи линий связи. Эти токи повреждают оконечные цепи длинных линий, которые в интерфейсе RS-485 подключаются параллельно, и таким образом происходит «массовая гибель» входных микросхем. Вероятность этих событий невелика, но всё же возможна. Предлагаемая схема отделяет участок длинной линии, где возможно наведение больших токов от гроз и молний, от участка с установленными элементами системы сбора и обмена данными термометрии элеватора.

В критический токовый момент повреждаются только входные микросхемы интерфейса RS-485 и микросхемы согласования питания, которые имеют достаточно низкую цену и широко распространены. Мигающий светодиод схемы диагностирует исправность цепей обмена данными. Кроме того, микроконтроллер схемы позволяет провести тестирование интерфейса и обнаружить возможные неисправности защищаемого участка.

Необходимость и достаточность мер защиты от молний

Разработано много различных схем защиты от действий молний и атмосферного электричества [1, 2]. К сожалению, статистику на данные схемы найти сложно ввиду малой вероятности событий. Интуиция инженера подсказывает, что действие защиты будет. Но на практике невозможно определить мощность молнии и оценить, поможет ли в этом случае схема защиты. Есть риск «купить коша в мешке» и не получить защиты.

Поскольку в случае «прорыва» защиты дальше последуют значительные повреждения, то надо сделать так, чтобы «прорыв» отключал последующую линию интерфейса RS-485, а также линию питания. Элементы схемы, «принесённые в жертву», должны однозначно диагностироваться, быть

дешёвыми и удобно заменяемыми. Подобный метод похож на обычный предохранитель, в котором степень защиты определяется по уровню прохождения электрического тока. В предлагаемом методе используется принцип «работает схема или нет». На рис. 1 представлена блочная схема данного подхода к защите.

Для статистической оценки используемого метода желательно иметь также средства защиты на основе ранее применявшихся методов ограничения токов и напряжений в линии, сравнить повреждения от молнии и возможность их использования.

Кроме того, поражению подвержен и блок А. Это блок формирования интерфейса RS-485 и напряжения питания 18 В от шины USB компьютера мониторинга. Для возможной замены удобно использовать модульные блоки, которые в настоящее время доступны и экономичны.

Принципиальная схема защиты RS-485

Схема и вид основных компонентов представлены на рис. 2. Схема содержит два узла преобразования интерфейса RS-485 на микросхеме U1, 3 sr485 и ретранслятор сигналов, который выполнен на микроконтроллере (МК) U2 PIC12F629 [3].

Назначение элементов:

- разъёмы XP1, 2 подключаются к стороне угрозы, т.е. к участку линии от компьютера управления. По линии поступает питание и сигналы RS-485. Входное напряжение питания поступает на два стабилизатора для формирования +5 В (Q1) и +12 В (Q2). Информационные сигналы поступают на вход U1. Резисторы R1, 2, 3 выполняют согласование линии с микросхемой преобразования. Таким образом, максимальная угроза направлена на данные элементы схемы;
- выходной преобразователь U3 построен аналогично входному и имеет такие же резисторы согласования R6, 7, 8. Входной и выходной преобразователи связывает МК U2, который работает по программе битной ретрансляции для скорости 1200 бод. Предусмотрено использование и других скоростей обмена при соответствующем программировании МК;
- разъёмы J1,2 востребованы при работе нескольких подобных схем защиты, которые в этом случае включаются параллельно или по входу, или по выходу;
- выбранная скорость обмена в 1200 бод позволяет сформировать длину линии не менее одного километра для кабелей типа UTP5 или КСПП,

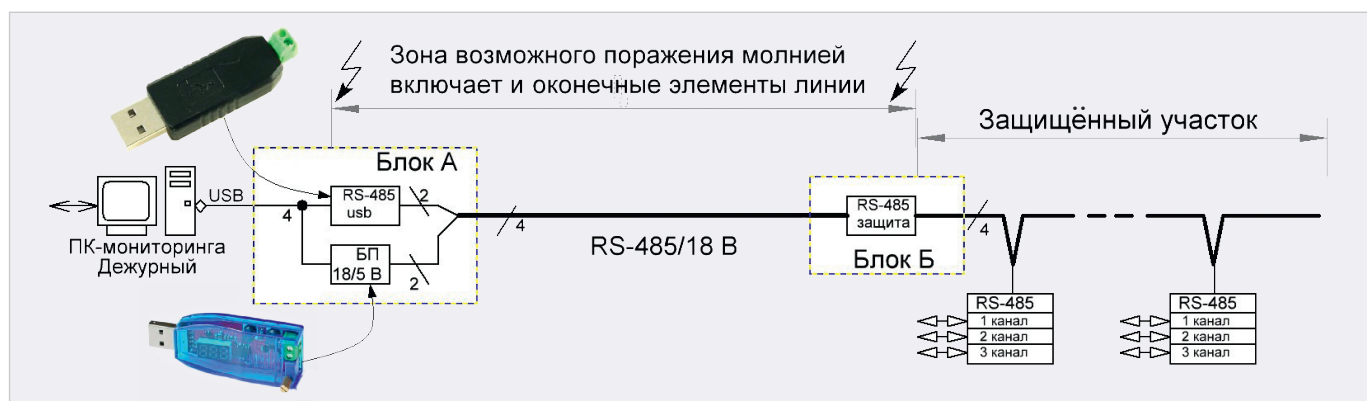


Рис. 1. Блочная схема защиты RS-485

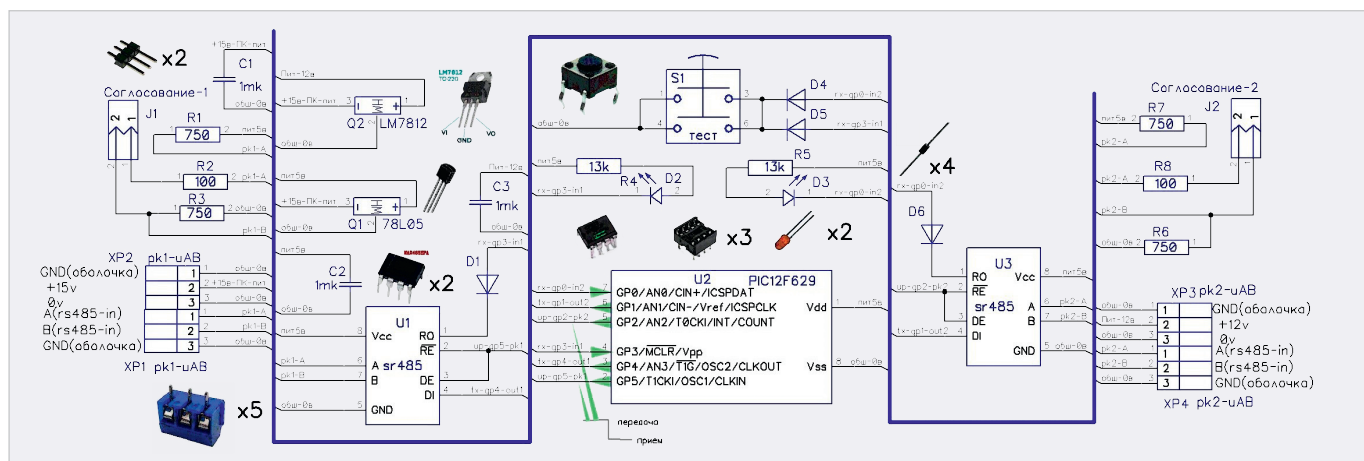


Рис. 2. Принципиальная схема защиты RS-485

что в большинстве случаев достаточно. Кроме того, для МК такая низкая скорость ретрансляции позволяет работать без кварцевой стабилизации от внутреннего RC-генератора на частоте 4 МГц. Допустимая скорость ретрансляции для работы МК с использованием RC-генератора не превышает 9600 бод;

- нажатием кнопки S1 (Тест) создаётся сигнал логического нуля одновременно на двух входах МК U2 GP0,3, что является признаком перехода к режиму тестов;
- индикацию нажатия и индикацию наличия входных сигналов выполняют светодиоды D2, 3. В режиме ретрансляции светодиоды индицируют попеременно и указывают на обмен по направлению от ПК в сторону блоков RS-485 (тройник) [6] и обратно. При нажатии кнопки S1 (Тест) индикация выполняется одновременно.

Конструкция схемы защиты

Все элементы расположены на печатной плате, которая имеет специальные пазы для установки на DIN-рейку. Элементы схемы допускаются заменить на любые отечественные или зарубежные аналоги.

Принципиальная схема и плата (файлы **grozazachita_v1.dch(dip)**) подготовлены в редакторе DIP-TRACE и могут извлекаться из тела программы [5]. Способ извлечения представлен в описании аналогичной авторской программы [6]. На плате предусмотрена установка элементов в DIP или SOIP исполнении. Все элементы с угрозами на повреждение подключаются через переходные колодки, что позволяет провести быструю замену при аварии.

Программное обеспечение схемы защиты

Подготовлено программное обеспечение на языке программирования FORTH. Используется авторский FORTH-АСЕМБЛЕР для семейства PIC 12/16, который находится также в теле программы [5]. Извлекается аналогично варианту, приведённому в источнике [6]. Файл `assmb_pik12f_v1.f` содержит мнемоники всех команд МК и структуры компиляции. Файл `grozazachita_12f629_v1.f` – это непосредственно текст программы, которая компилируется в hex-код.

При выполнении «извлечения» hex-код формируется в отдельном каталоге `grozazachita_12f629_v1` и может быть сразу же использован для программирования МК. Процесс извлечения из архива проиллюстрирован в ролике, выложенном в дополнительных материалах.

Поскольку МК работает от внутреннего RC-генератора, возникает ситуация больших погрешностей при работе в старт-стопном режиме. Как определить тактовый интервал скорости передачи? С этой целью после программирования hex-кодом и включения U2 в схему для работы вначале требуется «настроить» МК на требуемую скорость. В первую очередь передаётся последовательность кодов АТТ (x41 x54 x54) на требуемой скорости. МК измеряет тактовый интервал и проверяет переданную последовательность. В случае успеха определения кода и кодовой последовательности выдаётся ответный код ППЗУ U2. После этого программа переходит к режиму ретрансляции битной последовательности в режиме 8n1 на заданной скорости.

Подробное описание всех управляющих слов приведено в тексте программы `grozazachita_12f629_v1.f`.

Программа тестирования подготовлена в режиме АТ-команд, которые приведены в тексте программы `grozazach_v1.f` и повторяют по структуре тест опроса тройников в источнике [6].

Программа содержит пояснения и комментарии по каждому разделу функционирования.

Выводы

Предложенная схема защиты интерфейса RS-485 позволяет перенести риск повреждения на один элемент системы и исключить доступ энергии молнии к другим элементам интерфейса. Заранее подготовленные запасные повреждаемые элементы обеспечивают персоналу возможность быстрого восстановления системы сбора данных.

Повреждаемые элементы диагностируются и заменяются без пайки и программирования. Использование микроконтроллера позволяет тестировать всю систему данных автономно.

Литература

1. Модуль грозозащиты ZRS-485 // URL: http://www.igur.by/docs/Grozozaschita_RS-485.pdf.
2. Модуль грозозащиты ГЗ-RS485-T // URL: <https://satro-paladin.com/catalog/product/91923/>.
3. Описание 12F629 // URL: http://catalog.gaw.ru/index.php?id=15426&page=component_detail.
4. Интерфейс RS-485 // URL: <http://composs.ru/chto-takoe-rs-485/>.
5. Программа и схема защиты RS-485 // URL: http://90.189.213.191:4422/temp/predohranim_rs485_v1/test/.
6. Шабанов А. «Тройник» для интерфейса 1-WIRE // Современная электроника. 2023. № 6. С. 24.