

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СЕТИ RS-485 В РЭС

Р.Р. Джураев, И.В. Лофицкий

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Промышленные сети играют ключевую роль в обеспечении надежной передачи данных и управлении в промышленных средах. Несмотря на бурное развитие технологий беспроводных коммуникаций на практике в промышленных сетях используют проводное соединение. Одним из наиболее распространенных протоколов связи в промышленных сетях является RS-485 [1]. Однако, с учетом требований к высокой надежности и стабильности работы, необходимо применять дополнительные технологии и рекомендации для повышения надежности работы связи промышленных устройств базе RS-485 [2].

Существуют несколько классических способов увеличения надежности сети RS-485:

1. Применение терминаторов.
2. Использование дополнительных защитных механизмов, такие как предохранители, защитные диоды и фильтры.
3. Резервирование линий связи.
4. Использование экранированных кабелей.

Помимо вышеописанных рекомендаций для повышения надежности работы интерфейса RS-485, также стоит отметить применения программных методов повышения надежности соединения в разрабатываемых РЭС.

Большинство протоколов использующие данный тип связи имеют модель общения ведущий-ведомый (master-slave), которая подразумевает, что инициатором общения в сети является одно устройство – ведущее, а остальные могут только отвечать на запросы ведущего – ведомые. Вычислительные способности у устройств, способ организации связи в программах устройств могут сильно различаться. Это может привести к рассогласованию линии связи, т.к. RS-485 это асинхронный интерфейс связи.

Для синхронизации и согласования передачи данных в сети используются различные протоколы. В качестве примера как самого распространенного промышленного протокола, рассмотрим протокол связи ModBus [3]. Протокол для синхронизации подразумевает использование временных промежутков между байтами для определения конца приема

пакета и валидации байтов в пакете, временные диаграммы приведены на рисунке 1.

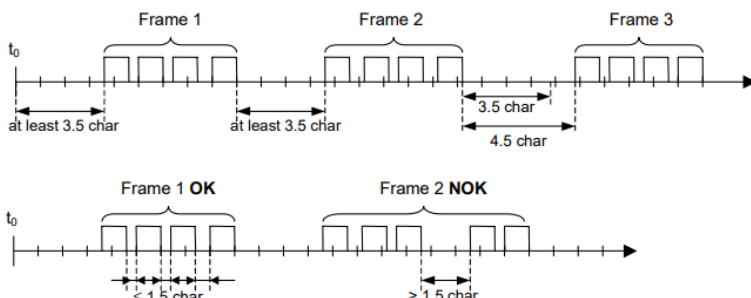


Рисунок 1 – временные пределы протокола ModBus

Временные промежутки измеряются в периодах предполагаемого передачи одного байта. Значение данного периода варьируется в зависимости от скорости передачи данных (в бодах), но при скорости больше чем 19200 предполагаемый период передачи данных составляет 500 μ s. Т.е. при скорости больше 19200 бод необходимо выдержать минимальный интервал молчания в 2,250 мс.

Хоть и в спецификации для протокола ModBus подробно указаны временные интервалы для корректной передачи данных, но на практике при соблюдении данных норм выявляются случаи потери пакета. Как было сказано ранее, причиной этому является организация интерфейса связи, программная и схмотехническая, отличаются у устройств.

Стоит обратить внимание на процессы, происходящие на линии при цикле приёма-передачи данных (рисунок 2) [4].

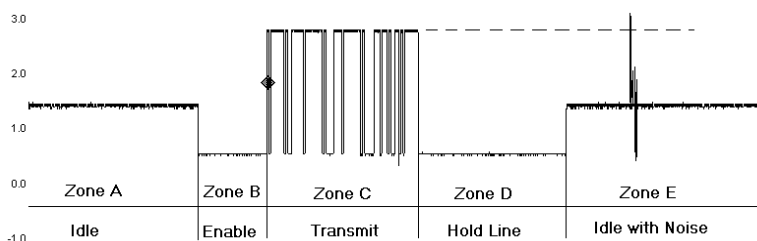


Рисунок 2 – Осциллограмма ответа ведомого устройства

Для удобства анализа осциллограмма была разделена на зоны.

Зона А: состояние ожидания. Промежуток времени, когда ведущее устройство отправило запрос и от ведомого устройства нет ответа. Линия находится в Z-состоянии.

Зона В: Устройство включило передатчик, но не начало передачу. Линия приводится в известное состояние. В некоторых случаях сетевая схема с автодетекцией направления связи у ведущего устройства понимает, что ведомое устройство перешло в режим ответа и скоро устройство начнет отправлять данные.

Наличие данной задержки в передаче данных позволяет пройти переходным процессам в сети, также перейти в режим прослушивания сети ведущему устройству. При отсутствии данной задержки возможно потеря данных.

Зона С: Передача данных согласно протоколу.

Зона D: Ведомое устройство закончило передачу данных, но приемопередатчик ведомого устройства все еще находится в режиме отправки сообщения. Данная зона должна быть достаточной длины по времени, чтобы последний байт полностью передался по сети. Зачастую периферия на «борту» микроконтроллера сигнализирует о передаче последнего байта раньше, чем это фактически произойдет. При этом длина по времени данной зоны не должна быть большой, т.к. есть риск потерять новый запрос от ведущего устройства.

Зона Е: Переход сети в состояние ожидания.

При применении вышеописанного анализа протекающих процессов на линии RS-485 на протокол ModBus рекомендуется соблюдать временные промежутки для повышения надежности и стабильности сети. При такой организации сети время цикла запрос-ответ будет иметь вид при скорости передачи данных свыше 19200 бод:

$$T_c = t_{\text{пм}} + t_{d1} + t_{d2} + t_{\text{пв}} + t_{d4},$$

где: $t_{\text{пм}}$ – время передачи данных ведущем устройством, время не фиксировано и зависит от длины передаваемого пакета; t_{d1} - задержка в 3,5 периода передачи байта для определения ведомым устройством о завершении передачи запроса. Составляет 2,25 мс; t_{d2} - минимальная задержка необходимая для подготовки ответа ведомым устройством перед тем как переключиться в режим записи в сеть. Составляет 500 μ s; t_{d3} - задержка после переключения ведомым устройством в режим записи и перед началом передачи ответа. Составляет 250 μ s; $t_{\text{пв}}$ – время передачи данных ведомым устройством, время не фиксировано и зависит от длины передаваемого пакета; t_{d4} – задержка после передачи последнего байта ведомым устройством и переходом в режим прослушивания. Составляет 500 μ s.

Список использованных источников

1. Промышленные интерфейсы для научных исследований: учеб. пособие / А.П. Маргьнов, Д.Б. Николаев, А.В. Новиков, В.Н. Фомченко. - Саров: РФЯЦ ВНИИЭФ, 2013. – С.72 -85.

2. А. Лакотов Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандартные EIA RS 422A/RS-485./ А. Лакотов - Журнал «СТА»3 /97. «В записную книжку инженера».

3. MODBUS over Serial Line Specification and Implementation Guide [Электронный ресурс] / Modbus.org. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader URL: https://modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf.

4. RS485 ON AN OSCILLOSCOPE SCOPE [Электронный ресурс] / chipkin. URL: <https://store.chipkin.com/articles/rs485-on-an-oscilloscope-scope>.

Джураев Руслан Рахманкулович, студент гр. 6231-110403D Самарского университета, E-mail: rusi990118@gmail.com.

Лофицкий Игорь Вадимович, к.т.н., доцент кафедры радиоэлектронных систем Самарского университета, E-mail: ivl60@mail.ru.

УДК 621.382

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОП-ТРАНЗИСТОРА

Н.Д. Жидецкий, И.Н. Козлова

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: МОП-транзистор, выходные характеристики, программная среда моделирования, моделирование.

Одним из основных компонентов в микро- и нанoeлектронике являются МОП-транзисторы. Конструктивно изделие состоит из четырех электродов: истока, стока, затвора, а также подложки, которая является основой [1].

Сток и исток формируются из одного материала благодаря диффузии или легированию и самоизолированы p-n переходом. Между этими двумя областями находится диэлектрический слой, над которым расположен затвор из проводящего материала [1,2].

Принцип действия МОП-транзистора основан на модуляции проводимости слоя полупроводникового материала поперечным электрическим полем [3]. За счет этого появляется возможность управлять током, который протекает между стоком и истоком, и представляет собой перенос основных носителей заряда за счет продольного электрического поля.

В настоящее время в интегральных микросхемах используют МОП-транзисторы с изолированным затвором, изготовленные по планарной технологии.

В работе был смоделирован МОП-транзистор с индуцированным каналом. Распределение примеси в нем представлено на рисунке 1.

Металлические контакты в исследуемом транзисторе выполнены из Cu. В качестве материала диэлектрика под затвором применяется SiO₂. Кремний выступает в роли подложки. На рисунке 2 изображены выходные