

## **ВВЕДЕНИЕ**

Протокол 1-Wire® первоначально был разработан для обмена данными между расположенными рядом устройствами при коротких соединениях как способ добавления дополнительной памяти на один вывод порта микропроцессора. Вскоре потребители нашли этому уникальное применение, которое заключалось в расширении шины и перемещении ведомых приборов всё дальше и дальше от ведущего (мастера). Проблемы начались, когда длина шины превысила как возможности мастеров шины, так и ограничения протокола. Приборы 1-Wire разрабатывались с учетом дополнительных возможностей и протоколов, способности работать в многоточечной сети, они имеют прочный стальной корпус (элементы iButton®) и обладают механизмами для обеспечения передачи достоверных данных даже в ситуациях прерывистого контакта. Несмотря на эти достоинства, компоненты 1-Wire могут работать неустойчиво, если мастер шины разработан или реализован неправильно, или когда мастер, предназначенный для работы на коротких линиях, используется для обслуживания более протяженной шины.

Сеть 1-Wire представляет собой сложную структуру, состоящую из устройств, шины и соединений. Каждая сеть отличается, причем часто как по топологии, так и по аппаратному обеспечению. Сделано много разных заявлений по поводу ограничений протяженности и нагрузки сети 1-Wire, однако не всегда четко оговаривается, при каких условиях. В результате пользователи иногда обнаруживали, что при заданной топологии шина не работает, хотя они полагали, что не выходят за рамки спецификации. Были разработаны и протестированы для одной сети специальные мастера шины только для того, чтобы выяснить, что они не подходят для использования при другой топологии.

За последнее время была проведена большая работа для того, чтобы охарактеризовать работу сетей 1-Wire, имеющих различные формы, размеры и количество подключенных приборов. В данном руководстве сделана попытка прояснить ситуацию с многочисленными топологиями и интерфейсами, а также предоставить рабочие параметры для надёжной работы сети.

## **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

В этом документе рассматриваются только сети 1-Wire, в которых используется медная витая пара категории 5 (Category 5) и напряжение питания шины 5 В, поступающее от мастера. (Ведомые устройства сети 1-Wire работают и при более низких напряжениях шины, но большие сети часто имеют слишком большие потери, что не позволяет им надежно работать при низком напряжении.)

В данном документе не рассматриваются особые случаи при питании криптографических iButton и iButton, поддерживающих Java™, как не рассматриваются и требования для программируемых ведомых приборов типа стираемого программируемого ПЗУ (СППЗУ — EPROM). Обычно не рекомендуется выполнение этих функций вблизи интерфейса мастера. Подробно эти вопросы будут рассмотрены в последующих руководствах.

В этом руководстве также не рассматривается ускоренный режим работы устройств 1-Wire. Ускоренный режим предназначен только для использования при очень коротких соединениях и не подходит для сетей 1-Wire. Ограничения веса и радиуса сетей при повышенных скоростях будут рассмотрены в последующих руководствах.

Работа компонентов 1-Wire в условиях, которые выходят за пределы описанных в данном руководстве, может вызвать проблемы. Существует огромное количество сочетаний типов шин, топологий и форм сигналов, которые могут использоваться с приборами 1-Wire. В этом руководстве мы попытаемся описать наиболее общие и типичные способы применения.

*1-Wire и iButton являются зарегистрированными торговыми марками Dallas Semiconductor  
Java является торговой маркой Sun Microsystems*

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА

За последние годы было опубликовано множество различных руководств по применению, технических описаний и других документов, посвященных реализации систем 1-Wire, сведения для которых не всегда брались из официальных источников. По мере развития области, связанной с устройствами и системами 1-Wire, некоторая часть информации, содержащейся в этих документах, была пополнена, скорректирована, а иногда даже признана неверной. Некоторые ошибки могли возникнуть до того, как был закончен полный анализ больших сетей 1-Wire. Другие ошибки, возможно, основывались на недостоверной информации. С ростом области применения сетей 1-Wire, многое стало известно относительно характеристик, способствующих надёжной работе большой сети. Сами же устройства подверглись процессу эволюции, который продолжается и по сей день.

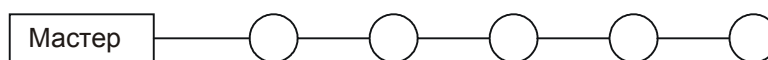
Самые ранние описания содержали в себе информацию, где, например, предлагалось использовать подтягивающие (pull-up) резисторы шины сопротивлением 5000 Ом. Хотя это значение подходит для малых сетей, оно не может обеспечить ток достаточной величины для работы больших сетей. В настоящее время нормой считаются значения в 1000 Ом, а иногда даже вспомогательные цепи активной подтяжки (pull-up). К тому же, в предыдущих описаниях часто не учитывались такие вещи, как согласование импеданса и управление скоростью нарастания напряжения, которые, как мы теперь знаем, являются критичными для надёжной работы как с протяженными, так и с короткими линиями.

Недавно были завершены всесторонние исследования, целью которых было создание окончательного варианта интерфейса шины, и определение ограничений для надёжной работы сетей 1-Wire. Ставилась также задача предложить изменения в устройстве ведомых приборов для улучшения их работы. Были определены несколько вариантов топологий, собраны несколько интерфейсов мастера и написаны специальные тестовые программы для определения ограничений надёжной работы сети. В данном руководстве содержится информация, полученная при этих исследованиях.

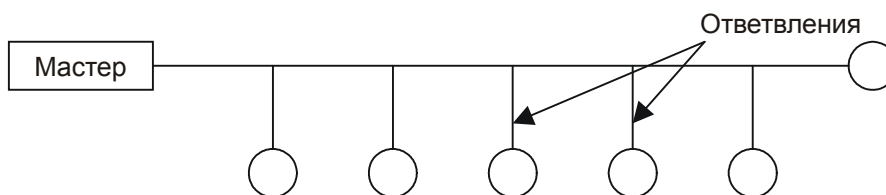
## ВАРИАНТЫ ТОПОЛОГИЙ СЕТИ 1-WIRE

Хотя сети 1-Wire часто имеют структуру «свободной формы», они обычно подразделяются на несколько общих категорий, характеризующих распределение ведомых приборов 1-Wire и организацию соединяющих их проводников.

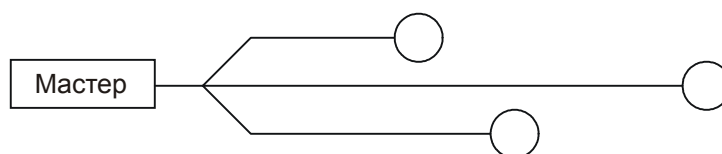
- а) Линейная топология. Шина 1-Wire представляет собой одну пару, начинающуюся от мастера и продолжающуюся до самого дальнего ведомого прибора. Другие ведомые приборы присоединяются к паре вдоль ее длины, не образуя значительных (более 3 м) ответвлений или «шлейфов».



- б) Шлейфовая топология. Шина 1-Wire представляет собой одну основную линию, начинающуюся от мастера и продолжающуюся до самого дальнего ведомого прибора. При этом другие ведомые присоединяются к основной линии с помощью ответвлений или шлейфов длиной три метра или более.



- с) Звездообразная топология. Шина 1-Wire разделяется либо прямо около самого мастера, либо на некотором расстоянии от него, и продолжается в виде нескольких ответвлений различной длины. Ведомые приборы могут присоединяться либо вдоль, либо на концах ветвей.



В случае сочетания разных топологий гораздо сложнее становится определить действующие для данной сети ограничения. Как правило, разработчику в этом случае следует руководствоваться самыми безопасными критериями.

### ТЕРМИНОЛОГИЯ СЕТИ 1-WIRE

При обсуждении сетей 1-Wire используются два термина, описывающие размеры сети, которые являются критичными для ее работы. Это радиус и вес.

- Радиус сети — это протяженность проводника, идущего от мастера к самому дальнему ведомому прибору. Измеряется в метрах.
- Вес сети — это общая сумма (длина) соединительных проводников в сети. Измеряется в метрах.

Например, сеть со звездообразной структурой, имеющая три ответвления длиной десять, двадцать и тридцать метров, имеет радиус тридцать метров (расстояние от мастера до самого дальнего ведомого) и вес — шестьдесят метров (общая длина проводников в сети: 10 м + 20 м + 30 м).

В общем случае вес сети ограничивает время нарастания напряжения в кабеле, в то время как радиус определяет временные параметры (timing) отражений самого медленного сигнала.

Как правило, ни одна сеть 1-Wire не может иметь радиус больше, чем 750 м. На этом расстоянии работа протокола нарушается из-за временной задержки в кабеле. Однако на практике величина радиуса обычно ограничивается меньшим значением из-за других факторов.

### ВЕС ВЕДОМЫХ ПРИБОРОВ

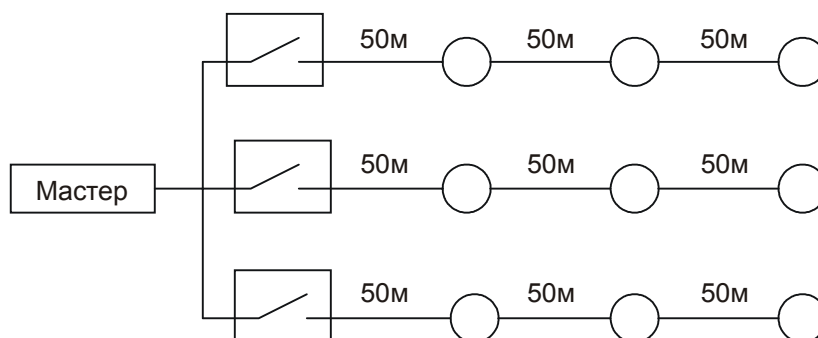
Ведомые приборы (iButtons и другие устройства 1-Wire) тоже добавляют вес сети. Каждый прибор добавляет вес, аналогичный весу проводника небольшой длины, поэтому приборы можно оценивать в единицах эквивалентного веса проводника. Вес приборов необходимо учитывать при разработке сети. Ведомый прибор в виде элемента iButton дает больший вес, чем ведомый прибор в корпусе, предназначенном для пайки. (Элементы iButton имеют дополнительную механическую и электростатическую (ESD) защиту, которая необходима из-за их мобильности, а это добавляет вес.) Элементы iButton представляют вес около 1 м, а ведомые приборы других типов — около 0.5 м.

Это означает, что, например, присоединение к сети ста ведомых в виде элементов iButton увеличит общий вес сети до ста метров, что уменьшает допустимую общую длину проводника на сто метров. Трассировка на платах, соединители и устройства электростатической защиты также добавляют вес сети.

Хотя на вес влияет множество факторов, самый значительный вклад вносит емкость. Как правило, вес, вносимый схемами электростатической защиты и трассировкой на платах, связан с их емкостью коэффициентом, величина которого составляет примерно 24 пФ/м. Трассировка на платах или прибор, проявляющий себя на шине 1-Wire как емкость 24 пФ, увеличивает вес сети примерно на 1 м.

## КОММУТИРУЕМЫЕ СЕТИ

Для того чтобы можно было усложнять структуру сети, не увеличивая её вес и радиус, были разработаны методы, в которых сеть делится на секции, подключаемые электронным способом, так что в каждый момент включена только одна. Использование коммутирующих приборов 1-Wire, например DS2409, позволяют шине физически иметь одну топологию, а электрически другую. Другими словами, сеть со звездообразной структурой, где каждое ответвление включается посредством DS2409, будет фактически напоминать сеть с линейной топологией, так как, когда включено одно ответвление, остальные выключены.



В показанном на рисунке примере представлена сеть, которая выглядит как сеть, имеющая звездообразную структуру с радиусом 150 м и весом 450 м. Однако, в том случае, когда в каждый момент времени подключена только одна ветвь, получается, что фактически сеть имеет линейную топологию, и её вес составляет только 150 м.

Как правило, все, что касается некоммутируемых сетей, можно применить к каждому отдельному сегменту коммутируемой сети.

## ОГРАНИЧЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТИ 1-WIRE

Максимальный радиус и вес сети определяются несколькими факторами. Некоторыми из них можно управлять, другими — нет.

Интерфейс мастера оказывает значительное влияние на допустимый размер сети 1-Wire. Интерфейс должен обеспечить ток управления, достаточный для «компенсации» веса кабеля и ведомых приборов. Он также должен формировать сигнал с временными параметрами, заданными спецификацией и оптимизированными с точки зрения времени заряда и разряда в сети. Этот интерфейс должен обеспечить необходимую для согласования с сетью величину импеданса, чтобы сигналы не отражались обратно по линии, внося помехи в работу других приборов сети.

Когда сеть небольшая, приемлемы очень простые интерфейсы мастера. Значение емкости невелико, отраженные сигналы приходят слишком быстро, чтобы создавать проблему, и потери в кабеле минимальны. Поэтому вполне достаточно иметь простую активную схему понижения напряжения (pulldown) — полевой транзистор на землю, и пассивную цепь повышения напряжения (pullup, или подтяжка) — резистор на плюс питания. Однако когда длина линии увеличивается, и подключается всё больше и больше приборов, начинают действовать сложные силы, и интерфейс мастера должен быть способен ими управлять.

Радиус сети ограничен временными параметрами отраженного сигнала и временем задержки, создаваемой в кабеле, а также сопротивлением кабеля и снижением уровней сигнала. При длине 750 м задержка получения отклика мастером от ведомого, расположенного на дальнем конце кабеля, превышает ограничения, установленные протоколом.

Вес сети ограничивается способностью кабеля заряжаться и разряжаться достаточно быстро для того, чтобы соответствовать нормам протокола 1-Wire. Простой подтягивающий (pullup) резистор имеет ограничение веса, составляющее около 200 м. Некоторые изобретательные разработчики мастеров шины 1-Wire сумели преодолеть эти ограничения благодаря использованию активных схем подтяжки, которые при помощи логического управления обеспечивают более высокие значения токов, и тем самым расширили допустимые пределы веса до 500 м. Но это было достигнуто за счёт значительного повышения сложности интерфейса мастера. Тем не менее, возможность управлять сетью с длиной кабеля в четыреста метров и одновременно обмениваться данными с сотней приборов семейства iButton часто стоят этих дополнительных затрат.

## **ПРОБЛЕМЫ ПАРАЗИТНОГО ПИТАНИЯ**

Сигнал 1-Wire должен не только удовлетворять коммуникационным требованиям, но и обеспечивать рабочую мощность для ведомых приборов. Каждый ведомый «заимствует» у шины мощность, когда напряжение на ней выше, чем напряжение на внутреннем накопительном конденсаторе ведомого. Когда вес сети превышен, поступающий от мастера ток может оказаться недостаточным для поддержания рабочего напряжения на ведомых приборах.

Самым худшим вариантом для паразитного питания является очень длинная последовательность нулей, выдаваемых мастером. Когда это происходит, большую часть времени линия находится в состоянии НИЗКОГО уровня, и существует очень маленькая вероятность перезарядки ведомых приборов. Если напряжение на шине достигает нужной величины в течение времени восстановления между битами и при этом время восстановления достаточно велико, то проблем не возникает. Когда внутреннее рабочее напряжение в ведомом приборе падает, снижается способность этого устройства управлять шиной, чтобы выдавать нули, и изменяются его временные параметры. В конце концов, когда паразитное напряжение падает до критического уровня, ведомый прибор входит в состояние сброса и перестает отвечать. Затем, когда ведомый снова получит достаточное для работы напряжение, он выдаст импульс присутствия и этим может нарушить последующую работу шины. Когда в сети не хватает энергии для того, чтобы поддерживать рабочую мощность в ведомых приборах, работа шины будет прерываться в зависимости от данных.

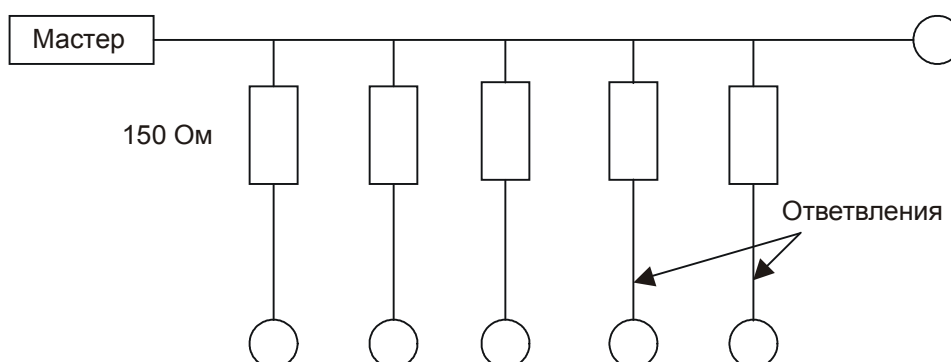
## **ЗВЕЗДООБРАЗНАЯ ТОПОЛОГИЯ**

Исследование показало, что некоммутируемые звездообразные сети (то есть когда от мастера расходятся несколько ветвей) вызывают наибольшие трудности для обеспечения надежной работы сети. В месте соединения различных ветвей происходит значительное рассогласование импедансов (для мастера), и отражения, идущие с конца одной ветви, могут проходить расстояния, почти равные весу сети (а не радиусу), что приводит к ошибкам в данных. По этой причине не рекомендуется использование звездообразной топологии без коммутаторов, и на работу с топологиями такого вида не дается никаких гарантий. Еще раз повторяем, использование звездообразной топологии без коммутаторов не рекомендуется.

## СОГЛАСОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ИМПЕДАНСА

Цель всех разработок шин 1-Wire всегда заключалась в стремлении к простоте и минимализму (а значит к низкой цене). Всегда старались избегать использования компонентов, распределенных по сети, за исключением самих ведомых приборов. Тем не менее, некоторые пользователи экспериментировали с этим (и не безуспешно), применяя различные методы, улучшающие надежность работы шины. Они пытались уменьшить влияние шлейфовых соединений, используя распределенные резисторы.

Когда к шине 1-Wire подсоединен шлейф, в точке присоединения имеет место рассогласование импеданса. Отражения от конца шлейфа возвращаются в основную линию с задержкой, вызванной длиной шлейфа. Эти отражения затем могут создавать проблемы для других ведомых приборов в сети. Резистор, установленный последовательно со шлейфом, уменьшит отрицательные последствия рассогласования, а также уменьшит амплитуду отраженного сигнала, и, следовательно, изолирует отражения, возникающие в шлейфе, от основной линии.



Возможно, наиболее успешной реализацией данной идеи является использование резисторов сопротивлением 150 Ом в каждой точке, где шлейф соединяется с основной линией. Это приводит к уменьшению рассогласования в точке соединения примерно на 20% и ослабляет отражения в шлейфе примерно на 40%. Однако дополнительное сопротивление снижает помехоустойчивость на величину около 80%, поэтому необходимо предусматривать меры предосторожности. (Испытания также показали устойчивую работу сети при использовании резисторов сопротивлением 100 Ом, а это уже не так сильно сказывается на помехоустойчивости).

### Примечание:

Устройство DS2480B, применяемое в качестве интерфейса со стороны мастера (используемое в интерфейсе PC DS9097U и некоторых других интерфейсах шины 1-Wire), имеет динамическую подтяжку, на которую отрицательно влияет это дополнительное сопротивление. Поэтому с данным типом интерфейса этот метод работать не будет. Успешное применение метода распределенных резисторов всегда осуществляется при помощи заказного драйвера мастера с повышенным входным порогом данных.

## СУЩЕСТВУЮЩИЕ И РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ ПРИБОРЫ ИНТЕРФЕЙСА МАСТЕРА

За последние годы для персональных компьютеров был создан ряд интерфейсов мастера. При этом использовались различные методы согласования сетей 1-Wire с микроконтроллерами, но в самих разработках было мало согласованности. Мастера разрабатывались для различных целей, и их работа не всегда была надежной, когда условия отличались от задуманных. Аппаратная реализация интерфейса мастера часто является критичным фактором в определении ограничений схемного решения сети 1-Wire. Простые с точки зрения аппаратного обеспечения интерфейсы, предназначенные для сетей с короткими проводниками и близко расположенными считывающими устройствами iButton, могут сослужить плохую службу при подсоединении к более крупным сетям и сложным монтажным схемам. Некоторые сложные драйверы, рассчитанные на очень длинные линии, плохо работают, когда они используются в сетях короткой и средней длины.

Сегодня наибольшее распространение имеют следующие аппаратные реализации интерфейсов:

- a) DS9097 — адаптер последовательного порта PC (не рекомендуется для новых разработок);
- b) DS9097U — адаптер последовательного порта PC (на базе DS2480B);
- c) PC DS1410E — адаптер параллельного порта;
- d) DS9097U-E25 — адаптер последовательного порта PC с программируемым EPROM;
- e) Вывод порта микроконтроллера с подтягивающим резистором 2 кОм;
- f) Микроконтроллер с полевым транзистором, ограничивающим скорость нарастания выходного напряжения, и резистором 1 кОм;
- g) Микроконтроллер с усовершенствованным интерфейсом шины;
- h) Микроконтроллер с интерфейсом шины DS2480B.

Каждый из этих обычно используемых приборов интерфейса мастера имеет свои отличия. Каждый имеет различные ресурсы, доступные на том порте компьютера, к которому подсоединяется прибор, и каждый был разработан для разного применения. На самом деле не все из этих приборов хорошо подходят для более сложных сетей, которые уже начали реализовывать потребители. Хотя сейчас разрабатывается и тестируется новое, более совершенное аппаратное обеспечение мастера, пользователям необходимо знать о существующих и будущих ограничениях области применения сетей 1-Wire.

Интегральная схема мастера, шинный преобразователь последовательный-в-1-Wire DS2480B, используется в серии адаптеров DS9097U и в некоторых других готовых устройствах для шины 1-Wire. Микросхема DS2480B была разработана для эффективной работы в протяженной линии за счет некоторого снижения надежности ее работы в коротких и средних сетях. Это вызвало некоторую путаницу среди пользователей. Чтобы в значительной степени улучшить работу коротких и средних сетей и повысить их надежность, можно установить между DS2480B и сетью простую и недорогую RC-цепочку (см. приложение D).

Микроконтроллер с усовершенствованным интерфейсом шины, упомянутый в приведенном выше списке, представляет собой новую схему, которая разрабатывается для объединения лучших драйверов и получения наиболее надежного и универсального интерфейса мастера. Схема этого интерфейса приведена в приложении C.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДОСТУПНЫХ НА ДАННЫЙ МОМЕНТ ИНТЕРФЕЙСОВ**

В результате всесторонних исследований шины 1-Wire были получены данные по рабочим ограничениям, которые нужно учитывать при использовании перечисленных выше имеющихся стандартных интерфейсных устройств. Предлагаемые далее ограничения следует соблюдать при разработке сетей 1-Wire с перечисленными ниже мастерами.

Простые интерфейсы вывода порта микроконтроллера не обеспечивают управляющий ток, необходимый для поддержания работы больших или даже средних сетей. Значение сопротивления подтягивающего резистора часто ограничивается до величины около 2200 Ом способностью выхода порта понижать напряжение (pulldown), что исключает «тяжелые» сети (сети с высокими значениями веса). Интерфейсы только-вывода-порта следует использовать только в сетях с радиусом и весом не более 3 м (см. приложение А).

Интерфейсы микроконтроллера, которые включают драйвер на полевом транзисторе с управлением скоростью нарастания напряжения и подтягивающий резистор сопротивлением 1000 Ом, могут поддерживать сеть средних размеров. Использование этого интерфейса обеспечивает надежную работу сети при радиусе до 200 м и весе до 200 м (см. Приложение В).

Интерфейс параллельного порта DS1410E был разработан для использования с очень короткими (локальными) контактными устройствами iButton. Он не рекомендуется для поддержки сетей 1-Wire средней и большой протяженности. Для этого мастера радиус сети следует ограничить небольшой величиной — порядка трех метров. Вес должен составлять менее 40 м.

Интерфейс последовательного порта DS9097 был разработан для использования с очень короткими (локальными) контактными устройствами iButton. Он не рекомендуется для поддержки сетей 1-Wire средней и большой протяженности. Радиус сети следует ограничить небольшой величиной — порядка трех метров. Вес должен составлять менее 40 м.

Мастера на основе DS2480B (DS9097U, TINI). При использовании этого мастера в сетях свыше 1 м, необходимо всегда включать в схему RC-фильтр (см. приложение D). При использовании такого фильтра этот мастер может надежно поддерживать сеть с радиусом или весом до 200 м. Важно заметить, что интерфейс DS2480B имеет изменяемые временные параметры, что также может использоваться для улучшения рабочих характеристик и повышения надёжности работы сети 1-Wire. Оптимальная установка этих временных параметров производится с помощью определенных программ (таких как TMEX). Корректные временные параметры во многом определяют надежность работы сети. (См. Приложение E).

Усовершенствованный интерфейс шины — это специально разработанная схема для использования в больших и малых сетях 1-Wire. Она специально предназначена для надежной работы при подключении сети с большими значениями веса и радиуса, вплоть до 500 м. (См. приложение C).



## ЧТО ДЕЛАЕТ РАБОТУ СЕТИ 1-WIRE НАДЕЖНОЙ?

Когда происходит сбой в работе сети 1-Wire, то при выполнении алгоритма поиска неисправность часто выявляется в виде таинственной «пропажи» устройства. Приборы, которые физически присутствуют, могут то появляться, то исчезать при поиске. Иногда на результат процедуры поиска существенно влияет кажущееся незначительным изменение в работе сети или приборов. Почему же такое случается?

Среди всех прочих процессов, происходящих на шине 1-Wire, поиск прибора является наиболее сложной и трудной для выполнения процедурой. Только во время поиска один или более ведомых приборов могут выдавать НИЗКИЙ уровень на шину в одно и то же время (за исключением импульсов присутствия). Это означает, что состояние шины во время процесса поиска значительно отличается от её состояния в обычном режиме обмена сигналами с одним выбранным ведомым прибором. Если какой-либо из ведомых приборов пропустит фронт или не сможет распознать импульс, то он выйдет из синхронизации с алгоритмом поиска, что повлечет за собой ошибки в последовательности битов при поиске. Это означает, что проблема работы сети, которая привела к появлению выброса на нарастающем фронте сигнала, или к тому, что сигнал не достигает необходимого НИЗКОГО уровня или же происходит нехватка мощности у любого ведомого во время процесса поиска, будет причиной провала процесса поиска. Большинство алгоритмов поиска справляются со сбоем этой процедуры путем прерывания работы алгоритма и запуском его заново, так, чтобы еще необнаруженные устройства не выпадали из процесса. Несмотря на то, что сбой происходит в одном бите одного ведомого прибора, это может повлиять на любое число ведомых.

Алгоритмы поиска, как правило, учитывают, что устройства могут быть пропущены из-за помех. Возможно также, что в сетях, где имеются контактные iButton, подсоединение новых устройств iButton к сети может вызывать кратковременное КЗ (короткое замыкание) и неминуемую передачу импульса присутствия от вновь присоединенных приборов. Если временные соотношения этих событий складываются неудачно, то будут создаваться помехи в процессе поиска. Эти алгоритмы предусматривают решение данных проблем путем удаления ведомых из списка обнаруженных приборов только после того, как приборы не будут подавать сигналы присутствия в течение времени, называемого «противодребезговым» периодом.

Причины неудачного поиска могут быть различными. Среди наиболее часто встречающихся — нехватка паразитного питания (сети с большими радиусами, тяжелые сети), отражения на фронтах сигнала (сети с малым или средним радиусом, легкие сети), а также ложное срабатывание схем динамической подтяжки в интерфейсах на базе DS2408B вследствие затухающего переходного процесса на падающем фронте сигнала.

Часто кажется, что сбои в процедуре поиска сильно зависят от незначительных изменений в сети, ведомых приборах, или «фаз луны». Это происходит потому, что рассматриваемая сеть находится в пограничном состоянии, и очень небольшие изменения могут стать причиной удачного или неудачного поиска. Другими словами, сеть, которая кажется удачной, поскольку все приборы найдены в процессе поиска, может на самом деле быть на самом краю провала. Любое незначительное ухудшение может внезапно привести к ситуации, когда создается впечатление полного отказа (надо помнить, что поиск может остановиться, а приборы исчезнуть в результате одного дефектного бита). Вот почему пользователю необходимо строго придерживаться спецификаций и руководства, чтобы обеспечить надежную работу сети с хорошим запасом и устойчивостью к изменениям в кабеле, приборах и соединениях.

Сеть, в которой надежно осуществляется поиск, может в принципе надежно выполнять любую другую функцию 1-Wire.

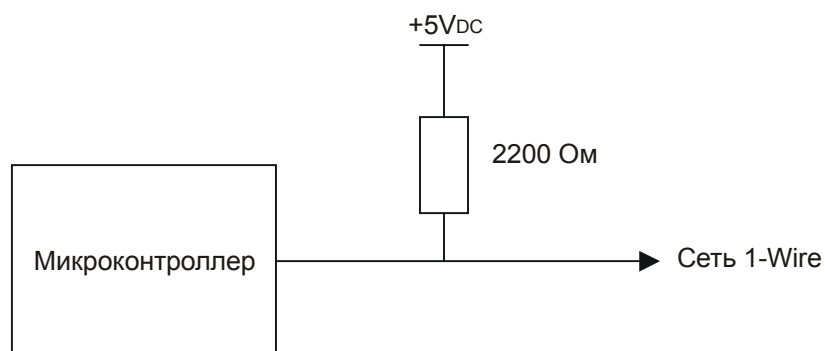
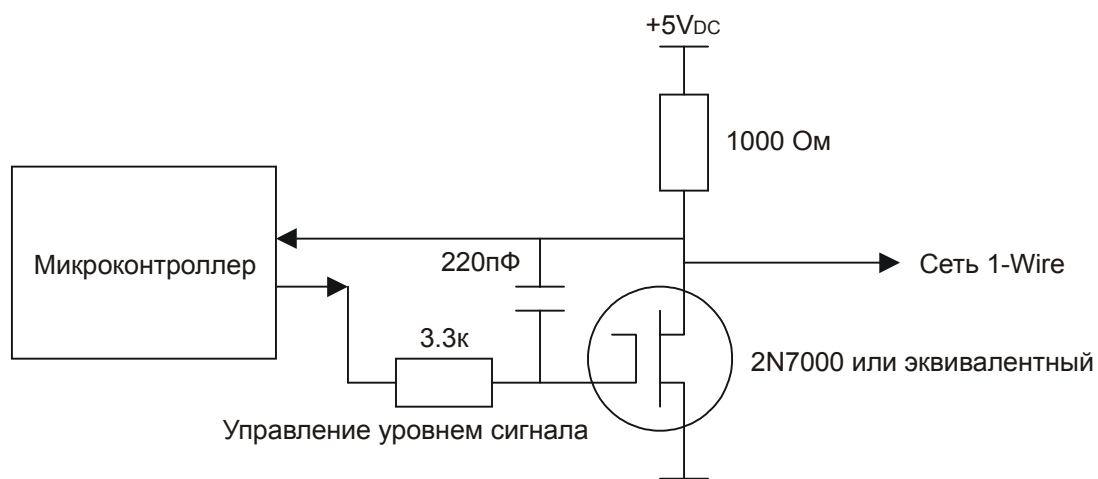
## НЕКОРРЕКТНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ СООТНОШЕНИЯ В СЕТИ 1-WIRE

Когда программное обеспечение (встроенные программы) используется для генерации сигналов 1-Wire (иногда называемого «bit-banging» сигнала), легко сделать ошибки, которые не проявляются сразу. Наиболее распространенная ошибка при программировании мастера 1-Wire — это слишком поздняя (уже после прохождения фронта временного интервала) выборка данных из ведомых приборов. Ведомые приборы могут значительно различаться по своим временным параметрам в зависимости от изменений температуры и напряжения. Изменения могут также происходить от партии к партии вследствие изменений параметров технологического процесса. Схема, в которой сигнал представляет собой выборку в 30 мкс, может иметь полный успех в лабораторных условиях и даже поступить в производство, при этом будут выпущены приборы с недопустимыми временными параметрами. Позже, когда изменятся условия или сменится партия, и у ведомых произойдет сдвиг времени выборки от 32 мкс к 29 мкс, интерфейс мастера перестанет работать. Очень важно, чтобы параметры сигнала были сверены со спецификациями, даже если функционирование системы кажется идеальным в лабораторных условиях.

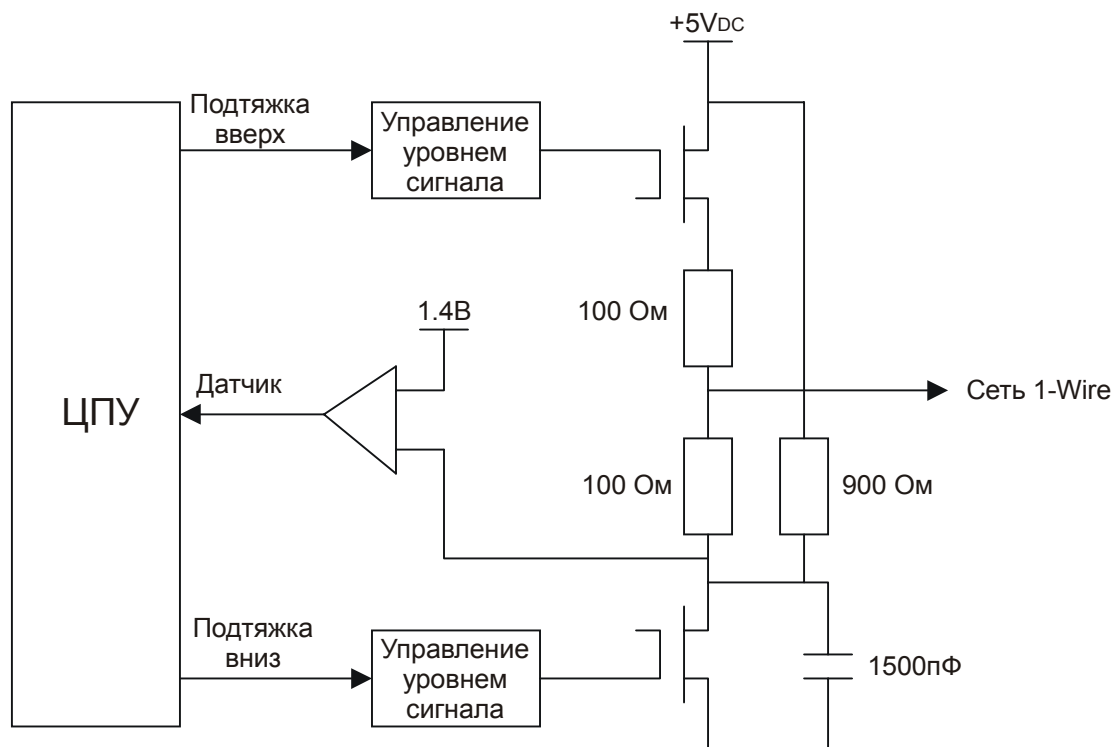
Последующее руководство по применению будет включать в себя контрольный перечень, с которым сможет сверяться разработчик мастеров, чтобы быть уверенным, что они соответствуют всем требуемым техническим характеристикам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

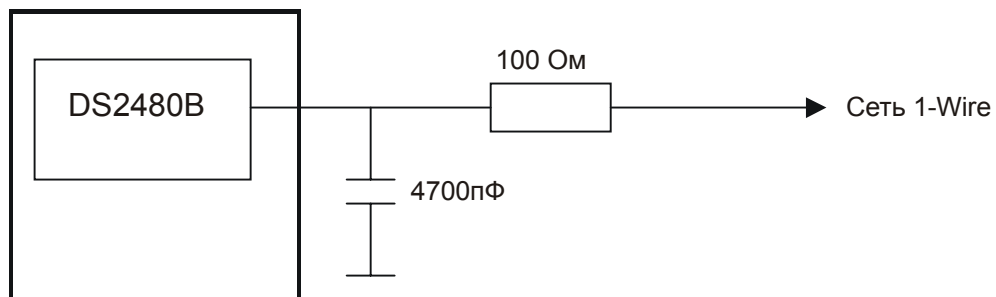
Для обеспечения надежной работы электронные системы поддержки, как и любой электронный компонент, должны соответствовать спецификациям при всех условиях использования. При применении элементов iButton и реализации сетей и систем 1-Wire необходимо проявлять особую тщательность для того, чтобы между устройствами всегда была обеспечена надежная связь.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТИПОВОЙ ИНТЕРФЕЙС ВЫВОДА ПОРТА ЦПУ (CPU)****ПРИЛОЖЕНИЕ В. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС ЦПУ (CPU)**

## ПРИЛОЖЕНИЕ С. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ДРАЙВЕР СЕТИ 1-WIRE



В данной схеме интерфейса мастера используется «интеллектуальная» (программно управляемая) мощная схема подтяжки для того, чтобы обеспечить надежную работу сетей, от имеющих очень небольшой вес до очень тяжелых, достигающих 500 м. Тщательное согласование импеданса (как верхнего, так и нижнего драйверов) также увеличивают допустимый предел для радиуса сети до 500 м. Схема подтяжки (верхний ключ) включается, когда, согласно протоколу 1-Wire, шина должна иметь **ВЫСОКИЙ** уровень, и во время считываний, после того как из шины была взята выборка и определено, что она находится на **ВЫСОКОМ** уровне. (Здесь не показана мощная схема подтяжки для питания элементов Java iButton, сильноточных датчиков и программируемых приборов с EPROM. С более подробной информацией о схеме усовершенствованного интерфейса можно ознакомиться в последующих руководствах).

**ПРИЛОЖЕНИЕ D. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ RC-ФИЛЬТР ДЛЯ ИНТЕРФЕЙСОВ DS2480B, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОРОТКИХ И СРЕДНИХ СЕТЯХ**

Типовой адаптер DS9097U

Этот простой RC-фильтр улучшает работу DS2480B на линиях короткой и средней длины с весом до 200 м. Данный фильтр необходим при использовании интерфейса мастера на базе DS2480 в цепях длиной от 1 до 100 м.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е. ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ DS2480B

Преобразователь последовательной шины в шину 1-Wire DS2480B (используемый в сериях DS9097U адаптеров интерфейса PC) имеет временные соотношения 1-Wire, по умолчанию оптимизированные для малых сетей. Такие параметры не всегда могут обеспечить хорошую работу средних и больших сетей.

Установки временных параметров и скорости нарастания напряжения в DS2480B могут регулироваться с помощью программного обеспечения. И действительно, операционная система TMECH осуществляет некоторые регулировки этих параметров на практике при использовании с данным интерфейсом. Программистам следует знать, что для надежной работы интерфейсы DS2480B всегда должны находиться в «гибком» режиме (flex mode) и значения их временных параметров должны быть отрегулированы до оптимальных. (Более подробную информацию по установкам «гибкого» режима можно найти в спецификации DS2480B.)

Установки, которые могут регулироваться в DS2480B, включают в себя следующее:

Управление скоростью спада напряжения — скорость спада напряжения — это скорость, с которой напряжение на шине опускается с ВЫСОКОГО уровня на НИЗКИЙ. Слишком быстрое время спада (высокая скорость падения напряжения) вызывает переходный процесс в виде затухающих колебаний (звон) и генерацию сигналов в шине 1-Wire, которые не нужны и могут создавать помехи сигналам достоверных данных. Слишком медленное время нарастания и падения может не соответствовать требованиям к временным соотношениям и приводить к влиянию шума и отражений во время перехода из одного состояния в другое.

Продолжительность НИЗКОГО уровня сигнала «Запись единицы» — это длительность низкоуровневого импульса, с которого начинается каждый временной интервал. Если этот импульс слишком узкий, напряжение на конце длинной линии может никогда не достичь требуемого НИЗКОГО уровня до того, как закончится импульс.

Время смещения/восстановления выборки данных — этот параметр определяет, когда будет осуществляться выборка данных из ведомого прибора. Если этот параметр слишком мал, у линии может не хватить времени, чтобы подняться до заданного ВЫСОКОГО уровня до того, как произойдет выборка. Если это время слишком велико, то ведомые приборы, работающие поблизости от быстрого конца их диапазона, могут быть неправильно прочитаны. Этот параметр также определяет время между битами, в течение которого должна перезарядиться паразитная ёмкость в ведомых приборах.

Исследование линий с длинными и короткими шинами показало, что оптимальные временные параметры для всех сетей следующие:

Скорость спада напряжения	1.37 В/мкс
Продолжительность НИЗКОГО уровня сигнала «Запись единицы»	11 мкс
Время смещения/восстановления выборки данных	10 мкс

Эти временные параметры обеспечивают время самой последней возможной выборки (21 мкс, см. примечание ниже) и наибольшее возможное время восстановления (10 мкс), а также хорошо управляемую скорость нарастания напряжения.

*Примечание. Эти временные соотношения применяются только к сетям, где напряжение подтяжки находится в диапазоне от 4.5 до 5.5 В.*

## СПЕЦИФИКАЦИЯ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ 1-WIRE И ВРЕМЯ ВЫБОРКИ

Спецификация временных параметров для устройств 1-Wire предусматривает, что время выборки (точка, в которой данные от ведомых устройств считываются мастером) составляет от 1 до 15 мкс, считая от начала временного интервала. Оптимальное время выборки 15 мкс. Это обеспечивает максимально возможное время для стартового импульса временного интервала и затем для времени нарастания напряжения в кабеле, не нарушая, однако, условий наихудшего случая для самого быстрого ведомого прибора, который может закончить нулевой бит за 15 мкс.

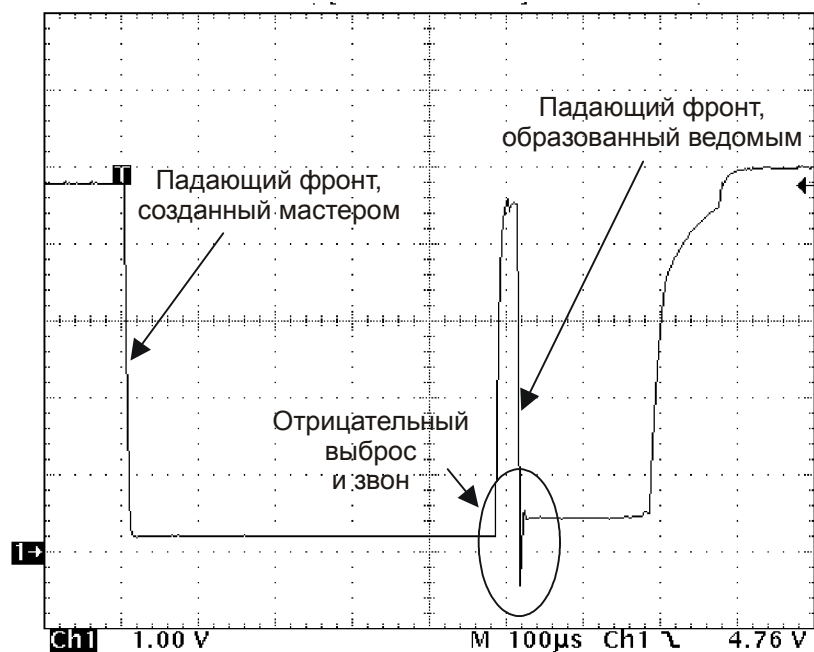
---

В сетях, поддерживающих вес кабеля и ведомых приборов, эти 15 мкс быстро становятся ограничивающим фактором. Однако, из-за того, что сети 1-Wire почти всегда управляются мастерами, которые обеспечивают напряжение подтяжки 5 В, мы можем сузить спецификацию и изменить время выборки под наши условия. К факторам, влияющим на скорость работы ведомых приборов в сети 1-Wire, относятся рабочее напряжение и температура. Определенный в спецификации рабочий диапазон для ведомых приборов 1-Wire предусматривает величину напряжения подтяжки от 2.8 до 6 В и температуру от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . При таких условиях работы временная база ведомого прибора может варьироваться в пределах 15...60 мкс.

Когда мы ограничиваем напряжение подтяжки диапазоном 4.5...5.5 В, мы также сужаем изменение временной базы в ведомом приборе до интервала 22...60 мкс. Это позволяет увеличить время выборки до 21 мкс, что в свою очередь обеспечивает поддержку большего веса в сети (потому что это дает дополнительно 6 мкс, чтобы подтянуть линию до нужного ВЫСОКОГО уровня, когда ведомый прибор передает единицы).

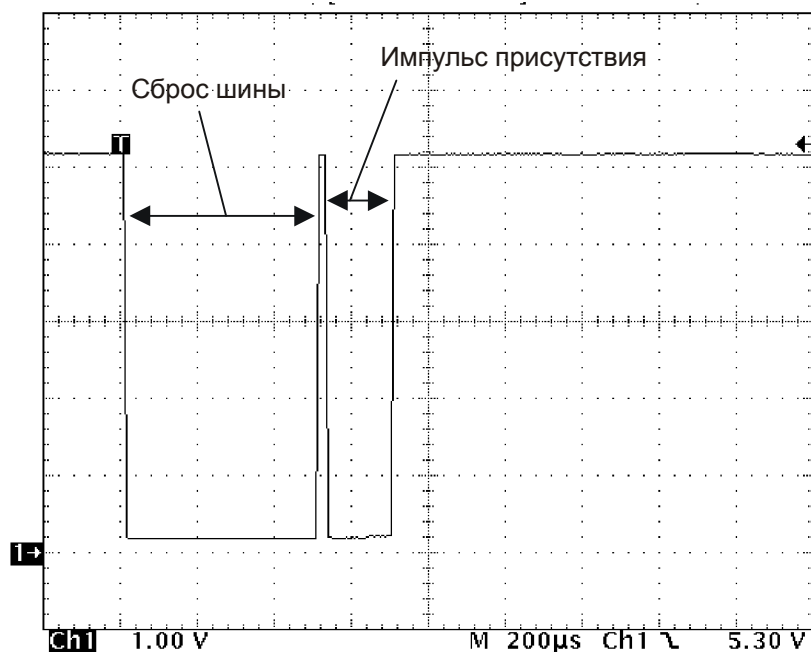
## ПРИЛОЖЕНИЕ F. ПРИМЕРЫ СИГНАЛОВ

Приведенные ниже осциллограммы отражают разнообразные типы сигналов сети 1-Wire в различных ситуациях. Для получения более подробной информации по этим сигналам и их воздействию ознакомьтесь с текстом и справочными материалами.

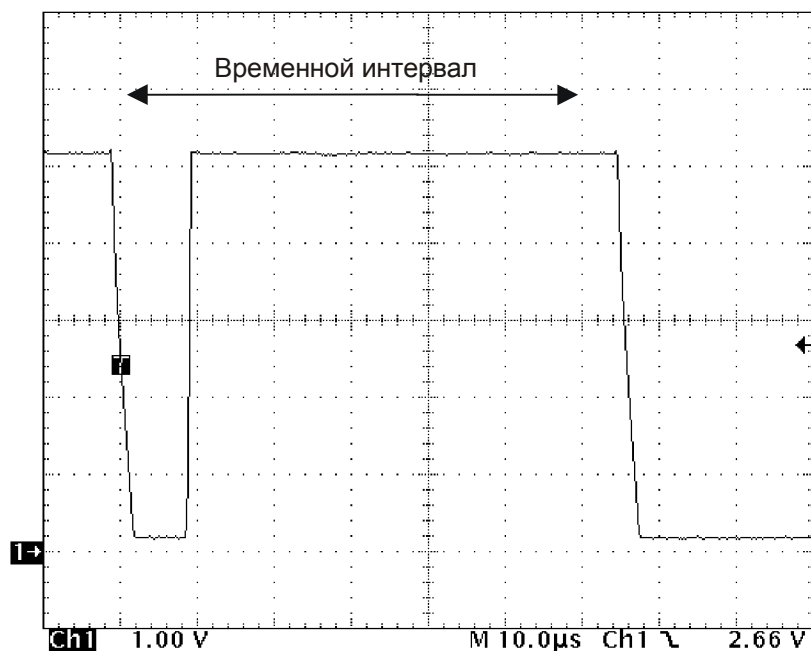


Эта осциллограмма показывает последовательность импульса сброса шины и импульса присутствия, но что более важно, она показывает разницу между поведением мастера, управляющего скоростью нарастания выходного напряжения, и поведением ведомого прибора, не имеющего такого управления. Падающий фронт, созданный мастером, «чистый», без отрицательного выброса или звона (затухающего переходного процесса). Падающий фронт, образованный ведомым прибором, не управляем, и можно заметить появление звона и отрицательного выброса на шине.

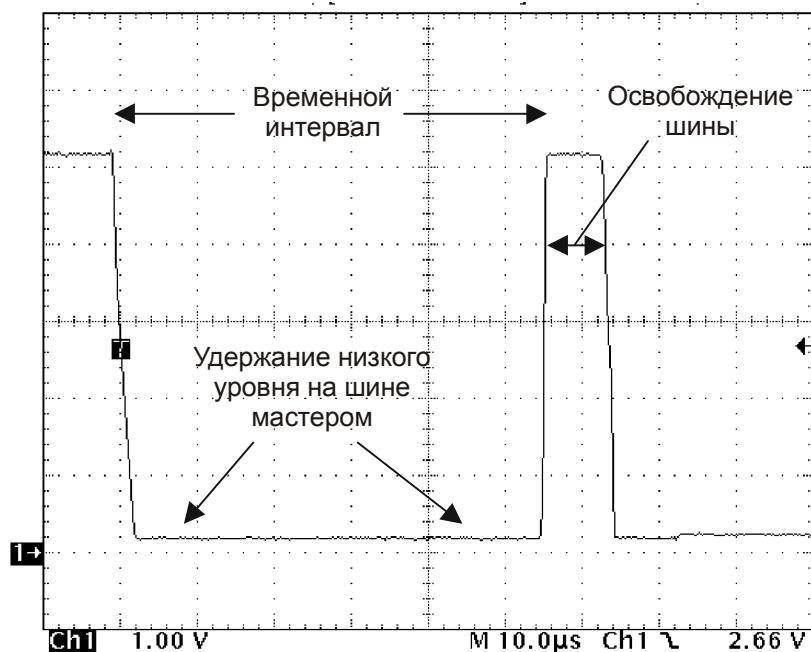




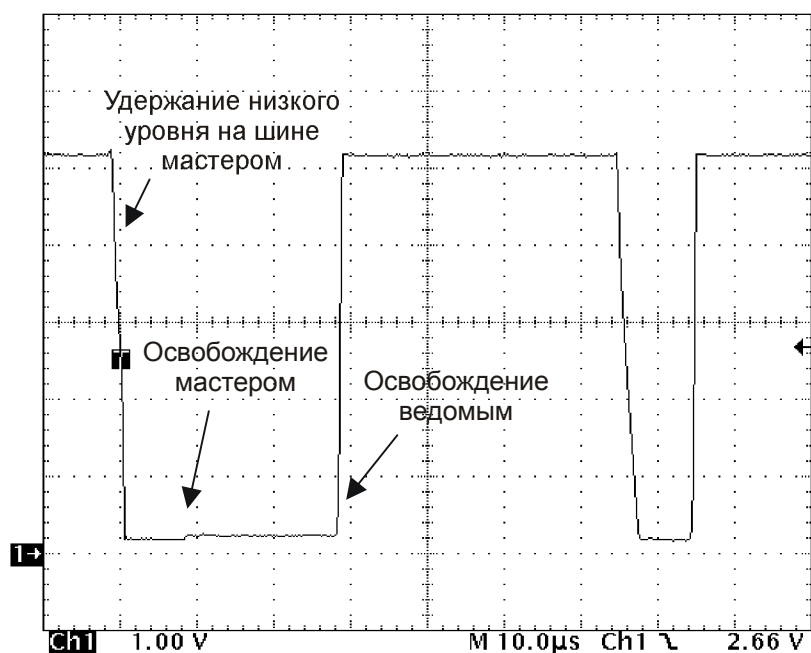
На этой осциллограмме также показана последовательность импульсов сброса/присутствия на шине. Мастер держит НИЗКИЙ уровень на шине в течение 480 мкс, что дольше, чем любой временной интервал, в течение которого шина может удерживаться на НИЗКОМ уровне. Все устройства на шине распознают это как сброс. Ведомые приборы отвечают на сброс шины передачей импульса присутствия. Ведомые генерируют импульсы присутствия в течение одного и того же периода, и они будут перекрываться, формируя один импульс. (Заметим, что масштаб по оси времени составляет 200 мкс на деление).



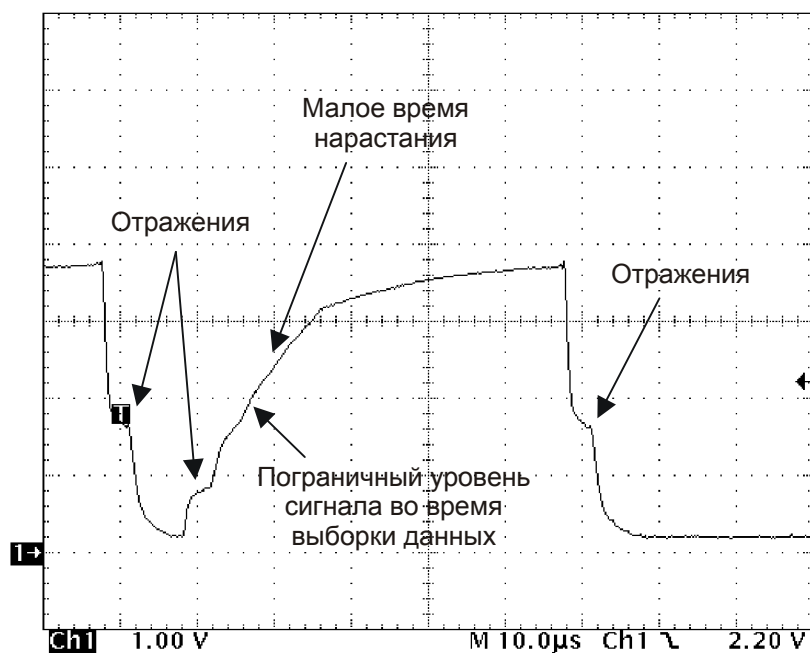
На этой осциллограмме показан временной интервал «Чтение единицы» или «Запись единицы». Мастер держит НИЗКИЙ уровень на шине около 10 мкс, а затем освобождает её. Обратите внимание на время спада импульса при управляемой скорости. Временной интервал длится примерно 70 мкс, после чего начинается другой временной интервал. Заметьте, что масштаб по оси времени изменяется до 10 мкс на деление.



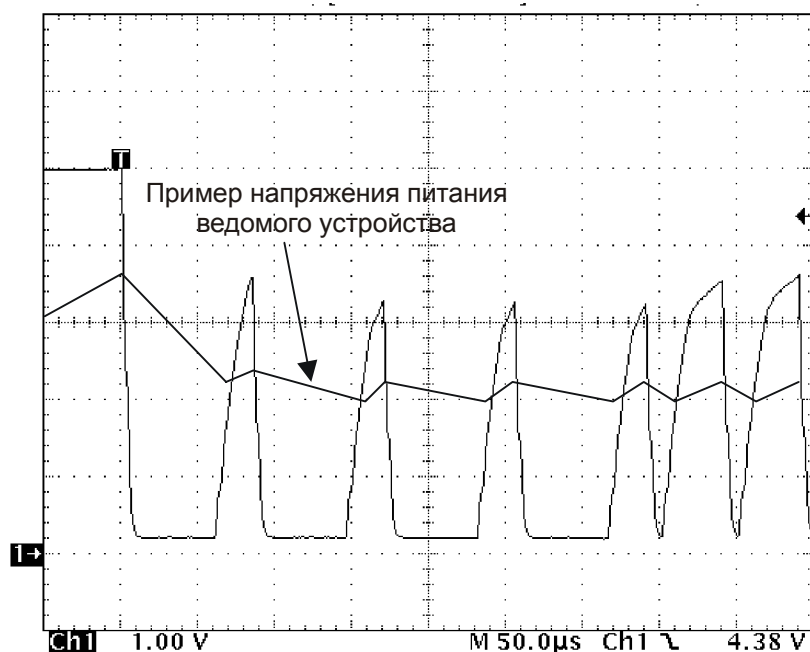
На этой осциллограмме показан временной интервал «Запись нуля». Мастер держит НИЗКИЙ уровень на шине в течение 60 мкс, а затем освобождает её примерно на 10 мкс перед началом другого временного интервала.



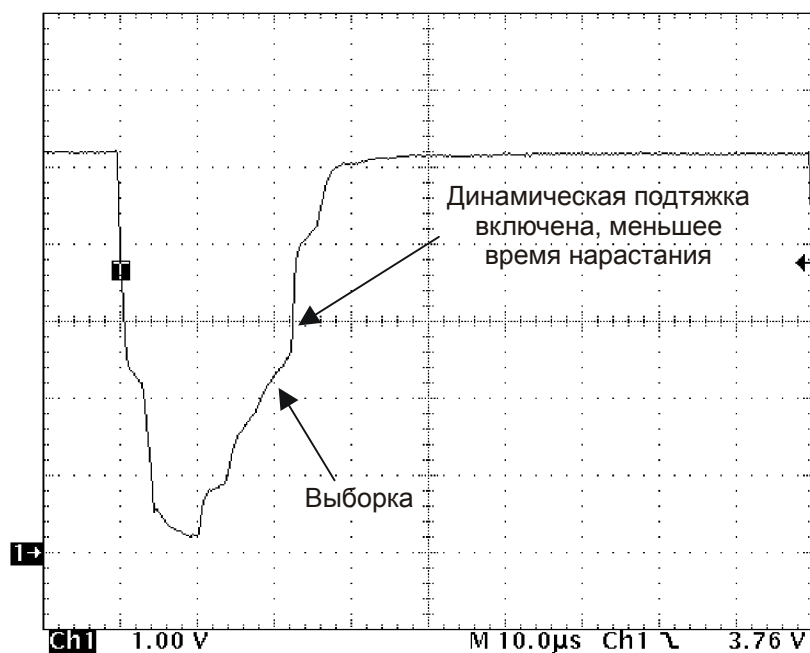
На этой осциллограмме показан временной интервал «Чтение нуля». Мастер держит НИЗКИЙ уровень на шине в течение примерно 10 мкс, а затем освобождает её. Однако ведомый прибор возвращает (передает) нулевой бит, удерживая НИЗКИЙ уровень на шине в течение более длительного времени. Временная база ведомого прибора может варьироваться от 22 до 60 мкс. Мастер осуществляет выборку на шине через 20 мкс, и таким образом считывает нулевой бит в данном примере.



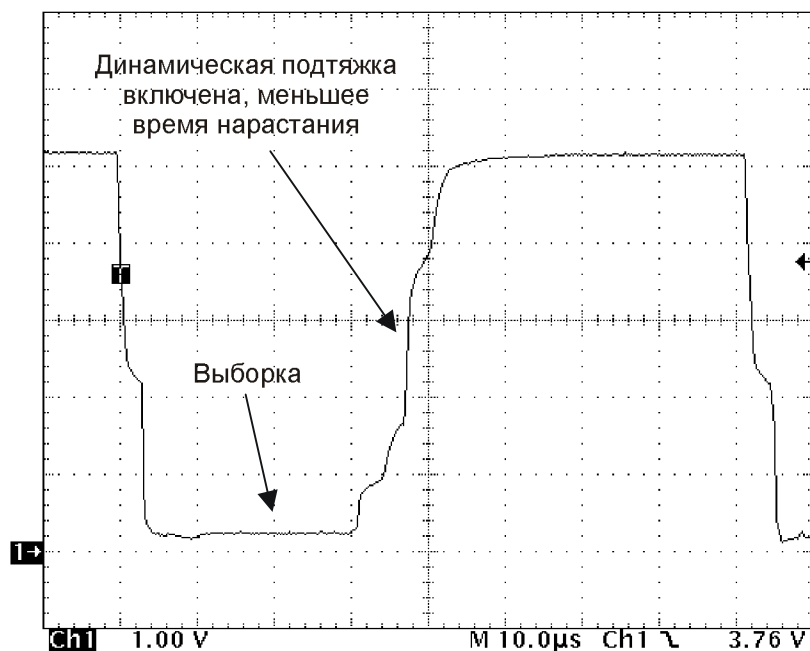
На этой осциллограмме показано влияние чрезмерного веса при использовании мастера только с подтягивающим резистором. Радиус сети в данном примере составляет 1000 футов (~350 м), и на дальнем конце сети находится 30 приборов. Ясно видны отражения, приходящие с конца сети, точно также как и очень медленное время нарастания. Заметим, что хотя это временной интервал «Чтение единицы», уровень данных во время выборки является пограничным, и может быть неправильно прочитан мастером.



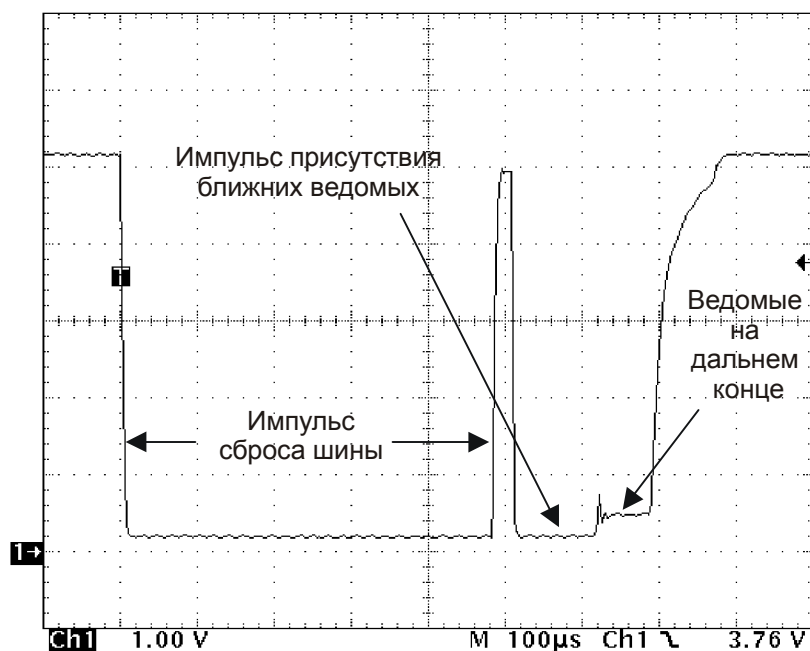
Когда время нарастания недостаточно, времени восстановления (период между временными интервалами) может не хватить на то, чтобы напряжение на шине достигло уровня, необходимого для перезарядки ведомых приборов. На приведенной выше осциллограмме показано, что средний уровень постоянного тока, с которым приходится работать ведомым приборам, становится опасно низким. Ведомые могут выполнить сброс из-за нехватки питания, особенно в течение длительных последовательностей временных интервалов «Запись нуля».



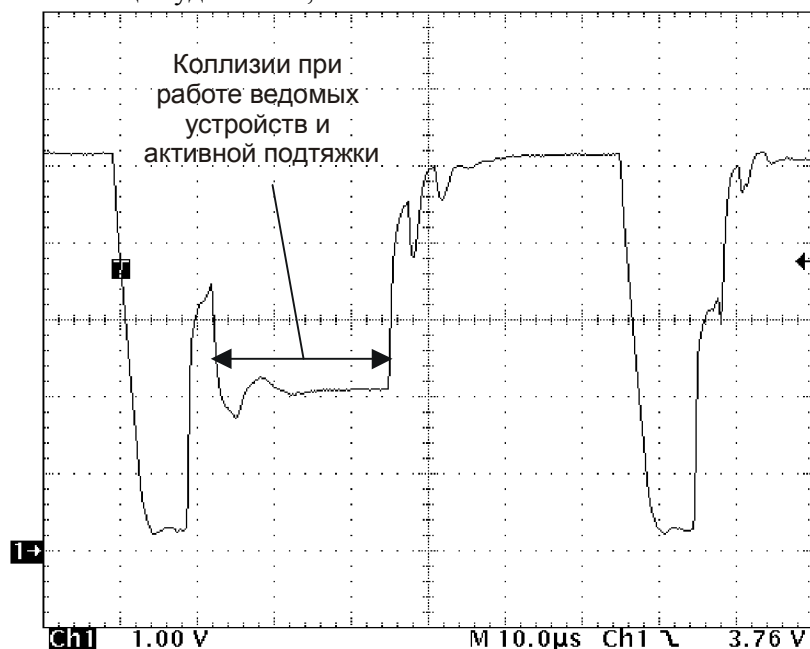
Усовершенствованный драйвер шины использует согласование импеданса и схему динамической подтяжки для того, чтобы преодолеть добавочный вес протяженной сети и ведомых приборов. Этот сигнал показывает временной интервал «Чтение единицы» или «Запись единицы» и действие схемы динамической подтяжки (dynamic pullup).



Здесь показана работа той же схемы динамической подтяжки во временном интервале «Чтение нуля».



Во время последовательностей сбросов на шине используется схема динамической подтяжки, для того чтобы преодолеть вес сети после импульса сброса и затем снова после окончания импульсов присутствия. На данной осциллограмме можно наблюдать перекрытие импульсов присутствия от ближнего и дальнего концов. Дополнительное сопротивление кабеля между мастером и ведомыми приборами на дальнем конце сети приводит к тому, что НИЗКИЙ уровень для ведомых приборов на дальнем конце будет выше, чем на ближнем.



На этой осциллограмме показана путаница, которая возникает в результате ошибочного срабатывания схемы динамической подтяжки из-за отражений в кабеле вследствие наличия шлейфов и ответвлений. Это временной интервал «Чтение нуля», хотя отражение вызвало активизацию процесса динамической подтяжки и его столкновение с процессом опускания напряжения ведомым прибором.

Примечание. Все сигналы снимались на стороне мастера. Для наблюдения сигналов в любой другой точке сети, необходимо использовать дифференциальный щуп, так чтобы земля осциллографа не влияла на работу шины 1-Wire.