



Сети microLAN: практика применения

Ракович Н.Н.

В заключительной статье цикла, посвященного сетям microLAN, рассмотрим вопросы практического применения сети microLAN.

Последовательность выполнения команд. Любой цикл обмена данными на шине microLAN начинается с передачи ведущим шины *импульса сброса*. По этому импульсу прекращается всякий обмен на шине и происходит вывод всех приборов в сети из состояния ожидания. Отметим, что отключение прибора от шины аналогично подаче *импульса сброса* неограниченной длительности. Последовательность работы прибора microLAN после подключения к шине полностью идентична последовательности работы после подачи *импульса сброса*.

После получения *импульса сброса* все приборы в сети формируют *импульс присутствия*. *Импульс присутствия* сообщает ведущему шины, что к шине подключен хотя бы один прибор. Вследствие этого необходимо провести идентификацию всех приборов в сети. После передачи *импульса присутствия* все приборы на шине переходят на сетевой уровень и ожидают команд, связанных с идентификацией. Как уже говорилось, в качестве идентификатора каждого прибора используется его уникальный серийный номер, записанный в ПЗУ.

Поскольку для идентификации и адресации приборов в сети используется область ПЗУ, то все команды, относящиеся к сетевому уровню, названы командами ПЗУ. В таблице 1 приведены краткие сведения о командах сетевого уровня.

Таблица 1.

Команда	Код	Назначение команды
Чтение ПЗУ	33H	Идентификация прибора.
	0FH	Обнаружение параллельно включенных приборов.
	0FH	Для DS1990A (вместо 33H).
Пропуск ПЗУ		Пропуск адресации (на шине только один прибор).
	ССН	Одновременная связь со всеми приборами на шине (напр., для форматирования памяти или копирования данных из одного прибора во все остальные). Обычно требуется подключение на шину только однотипных приборов.
Совпадение ПЗУ	55H	Адресация только одного прибора.
		Получение серийных номеров всех приборов на шине.
Поиск ПЗУ	F0H	Получение серийного номера одного прибора на шине и одновременная его адресация.

После выполнения любой команды ПЗУ прибор переходит на *Транспортный уровень*.

1-проводной интерфейс. Как уже рассматривалось ранее, сеть microLAN состоит из трех составляющих: ведущего шины, кабеля, разъемов и 1-проводных приборов. Схема сети приведена на рис.1. Ведущий шины имеет источник питания постоянного напряжения, нагрузочный резистор R_{pullup} , включенный между линией данных и источником питания, и ключ между линией данных и возвратным проводом. Кабель между ведущим шины и 1-проводными приборами представлен в виде индуктивности и сопротивления как линии данных, так и возвратного провода, а также сосредоточенной емкостью кабеля. Емкость кабеля определяется как произведение длины кабеля на погонную емкость кабеля. Для рекомендованной витой пары категории 5 типовое значение составляет 50 пФ/м. Аналогично определяется сопротивление и индуктивность линии: произведение длины кабеля на погонное сопротивление (индуктивность) провода. Сопротивление возвратной линии состоит из сопротивления линии данных и дополнительных 15 Ом для каждого адресуемого переключателя между ведущим шины и наиболее отдаленной ветвью.

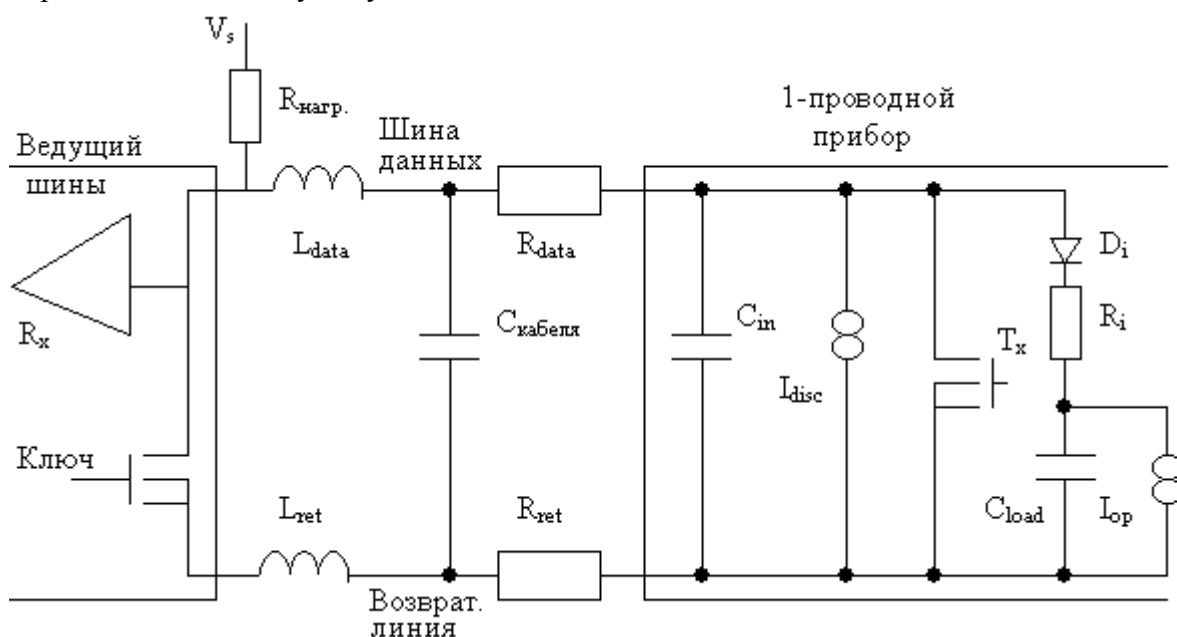


Рис. 1. Эквивалентная электрическая схема сети microLAN.

1-проводной прибор представлен входной емкостью (C_{in}), постоянным током разряда (I_{disc}), схемой паразитного питания (D_i , R_i , C_{load}) и рабочим током (I_{op}) 10мкА при установлении связи с ведущим шины. Внутренний источник тока (ток 5мкА) необходим для синхронизации интерфейса прибора с протоколом связи. При проведении связи сопротивление открытого ключа (полевой транзистор порта) 1-проводного прибора составляет порядка 100 Ом, что обеспечивает уровень нуля 0,4 В при нагрузке 4 мА. Если в сети находится несколько приборов, то для нахождения общих значений C_{in} , I_{disc} , I_{op} , C_{load} одного прибора должны быть умножены на число всех приборов в сети, а значение R_i должно быть разделено на число устройств. МОП-транзистор 1-проводного прибора позволяет отвечать на команду ведущего шины, устанавливая на шине значение логического "0". Важно подчеркнуть, что при чтении данных из адресованного прибора в проводящем состоянии находится только транзистор данного прибора. Транзисторы всех приборов в сети могут находиться в открытом состоянии одновременно только при выполнении команд *Обнаружение присутствия*, *Поиск ПЗУ*, *Пропуск ПЗУ*, *Чтение ПЗУ*.

Увеличение числа приборов в сети приводит как к снижению запаса помехоустойчивости на уровне логического "0", так и к увеличению емкостной нагрузки в сети, что, в итоге, негативно влияет на размеры сети. Входная емкость устройства постоянно присутствует на шине

microLAN. Емкость конденсатора паразитного питания (600 пФ) влияет на сеть только при первой подаче питания и заряде этого конденсатора. Влияние емкости конденсатора паразитного питания проявляется также при ее подзарядке, но это происходит при напряжении питания свыше 2,8 В и, таким образом, не увеличивает емкость системы во время нормальной связи. Во время активизации новой ветви необходимо задержать начало связи на время заряда конденсаторов паразитного питания.

Влияние электрических характеристик кабеля на параметры сигналов в сети начинают сказываться при длине свыше 30 м. На рис. 2 и 3 приведены формы сигналов при переходе из "0" в "1" для кабеля категории 5 длиной 2 м и длиной 100 м для различного числа подключенных приборов.

Если длина кабеля не превышает 30 м, то свойства кабеля для построения сети практически не влияют на параметры сети. Более того, для ограниченного числа приборов в сети можно использовать плоский телефонный провод.

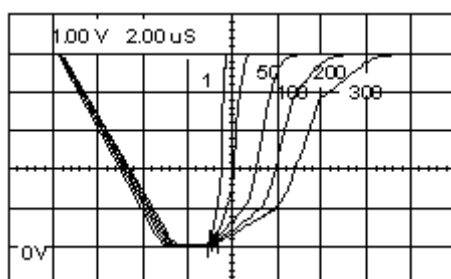


Рис. 2. Зависимость времени заряда конденсаторов паразитного питания от числа приборов при длине кабеля 2 м.

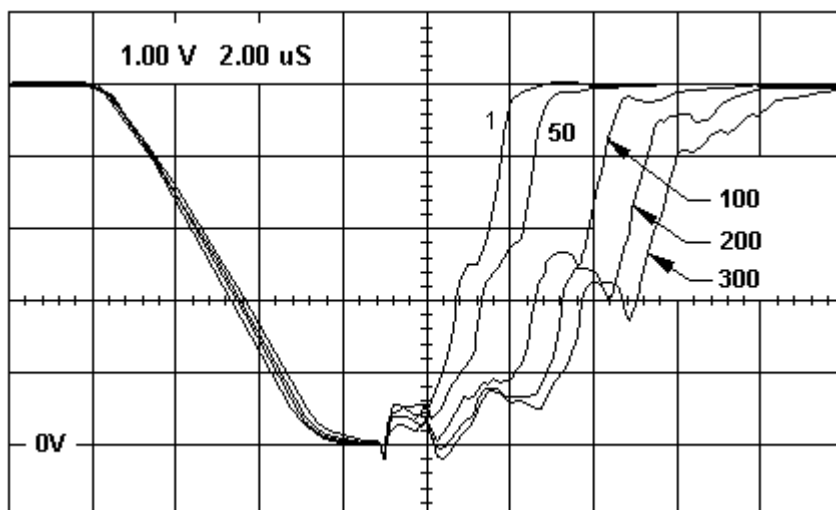


Рис. 3. Зависимость времени заряда конденсаторов паразитного питания от числа приборов при длине кабеля 100 м.

Емкость кабеля увеличивает не только постоянную времени сети, но и бросок тока в кабеле при включении ключа ведущего шины. Если ключ ведущего шины отключается до того, как полностью разрядится емкость линии, то остаточный ток и индуктивность кабеля создают в линии бросок напряжения, который может быть достаточно большим и нарушить связь. На рис.4 приведена осциллограмма напряжения на шине microLAN при отключении транзисторов ключа ведущего шины.

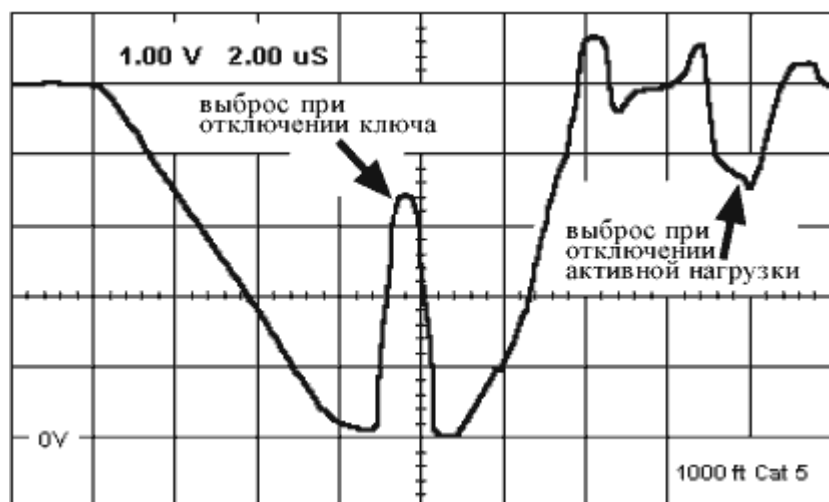


Рис. 4. Напряжение на шине microLAN при отключении транзисторов ключа ведущего шины.

Этот выброс вызван дифференциальной индуктивностью, которая значительно меньше индуктивности отдельного провода и в идеальном случае равна нулю. Поскольку дифференциальная индуктивность снижается с уменьшением расстояния между проводниками линии, то предпочтительно использовать витую пару. Преимущества использования витой пары при создании сети microLAN приведены ниже в разделе **Защита от помех**.

Оптимизация microLAN. Как уже отмечалось, в качестве ведущего шины может использоваться любой персональный компьютер с UART, работающий со скоростью 115,2 кбайт/с. Однако, для согласования уровней интерфейса RS-232 с 5-вольтовой шиной microLAN необходим адаптер. В большинстве случаев использования сети microLAN применяется стандартный адаптер последовательного порта DS9097, схема которого приведена на рис. 5. Питание адаптера осуществляется через COM-порт. Заметим, что в схеме адаптера максимально используются выходы UART с дополнительным ограничивающим диодом и диодом сдвига уровня. У этой простой и надежной схемы есть только один недостаток - отсутствие "истинной" земли, т.е. возвратный провод не является землей.

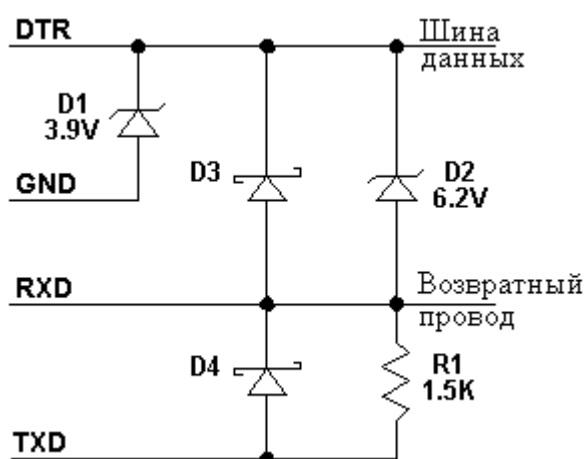
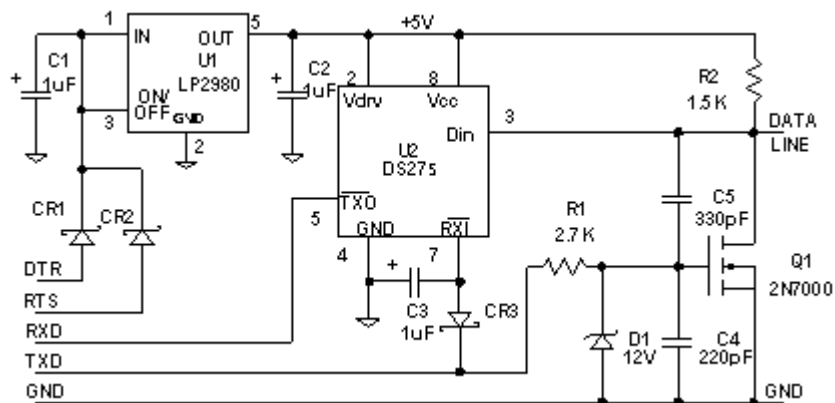


Рис. 5. Схема адаптера COM-порта DS9097.

В том случае, когда возвратный провод должен быть заземлен, необходим адаптер "истинной" земли. Схема такого адаптера приведена на рис.6. В качестве источника питания используется

напряжение на линиях DTR, RTS последовательного порта, поступающее через диоды Шоттки CR1, CR2 и конденсатор C1. Напряжение питания 5 В формируется на выходе стабилизатора LP2980 с малым падением напряжения даже при напряжении на входе 5,1 В. Диод CR3 и конденсатор C3 обеспечивают отрицательное напряжение питания для работы ИС DS275 передатчика RS-232 при чтении данных по линии TXD. Эта микросхема непосредственно подключается к шине microLAN и преобразует уровни КМОП/ТТЛ в уровни RS-232. При использовании компонентов для поверхностного монтажа схема адаптера может быть смонтирована на плате размерами 15x23 мм и размещена в корпусе переходного разъема



DB9/RJ-11.

Рис. 6. Адаптер "истинной" земли COM-порта.

Адаптер "истинной" земли, помимо согласования уровней RS-232 и шины microLAN, выполняет также регулировку скорости спада сигнала. Транзистор Q1 (рис.6) и компоненты затвора ограничивают скорость спада до 1,1 В/мкс, т.е. переход из "1" в "0" (от уровня 10% до уровня 90%) происходит за 4 мкс. Полевой транзистор с n-каналом - транзистор общего применения, его характеристики не критичны при использовании в адаптере. Допустимо применение биполярного транзистора, например 2N2222, с соответствующими изменениями в схеме. Конденсатор C5 действует как первичный элемент управления скоростью спада. При длине сети до 50 метров и числе приборов не более 50 этот конденсатор можно не устанавливать. Более эффективное управление скоростью спада осуществляется резистором R1 и конденсатором C4. Во время работы, когда TXD переключается с уровня -12 В до уровня +12 В, сигнал поступает на затвор Q1 через резистор R1. Скорость этого перехода определяется постоянной времени R1C4. Переход транзистора из "1" в "0" является синхронизацией во время цикла связи. Стабилитрон D1 защищает затвор транзистора Q1 от напряжений свыше +12 В и ниже -0,6 В. Ток стабилизации задается R1.

Оптимизация топологии сети. Максимальная эффективность сети microLAN при заданном числе узлов достигается при минимальной нагрузке сети. Как показывают расчеты, оптимальное число ветвлений на каждом уровне равно 3,6 и не зависит от числа приборов в сети. Отметим, что это относится к конфигурации, при которой на каждой ветви, помимо адресуемых переключателей, расположена одна метка ветви, а оконечные устройства расположены только на наиболее удаленных ветвях сети. Поскольку дробное значение не может быть реализовано на практике, то было выбрано оптимальное значение, равное 4. В таблице 2 приведены значения максимального числа приборов в сети и максимальной нагрузки на шине в зависимости от числа уровней ветвления. Видно, что нагрузка на шине microLAN не является ограничением даже при 4096 устройствах на шине.

Таблица 2.

Число уровней ветвления	Нагрузка (число приборов на активных ветвях сети)	Максимальное число приборов в сети
1	5	4
2	10	16
3	15	64
4	20	256
5	25	1024
6	30	4096

Пример построения сети, оптимизированной для обеспечения минимальной нагрузки на шине, приведен на рис. 7. Максимальная нагрузка на шине равна сумме числа адресуемых переключателей на активных ветвях шины, числа меток активных ветвей и числа рабочих устройств на наиболее удаленной ветви сети и равно 20. Максимальное число рабочих устройств при этом составляет 256.

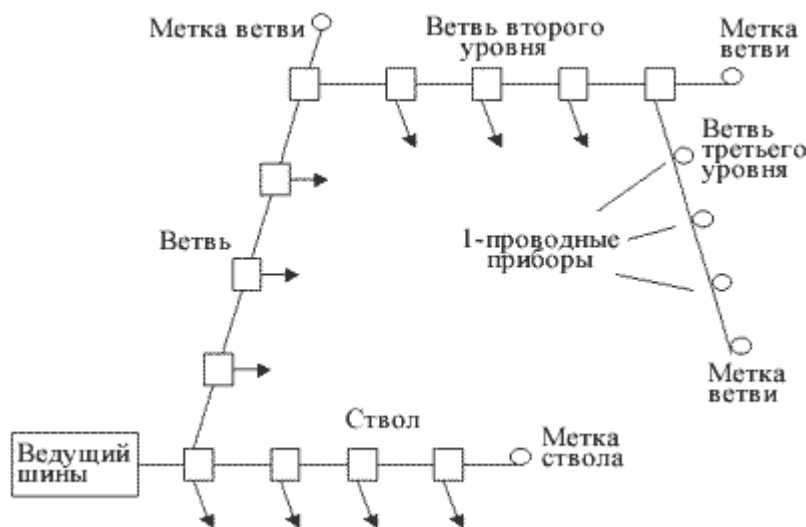


Рис. 7. Пример оптимизированной сети microLAN.

Защита от помех. Для связи приборов сети microLAN с ведущим шины важно обеспечить защиту системы от электростатического электричества и электромагнитного излучения. Все приборы microLAN имеют встроенную защиту от статического электричества. Надежная защита со стороны ведущего шины обеспечивается диодами, которые ограничивают отрицательные выбросы и положительные выбросы напряжения свыше 5 В. Основные требования при выборе защитных диодов - минимальная емкость перехода и минимальное время переключения.

При прокладке кабеля желательно использовать стандартный неэкранированный телефонный провод с витыми парами категории 5. Такой кабель выпускается с двумя или четырьмя парами проводов. Витая пара резко снижает влияние интерференционных помех от проходящих рядом силовых кабелей и аналоговых телефонных линий. Погонная емкость между проводниками

пары составляет 50 пФ/м, между проводами различных пар - 30 пФ/м. При прокладке сети microLAN можно использовать любые проводники кабеля. Неиспользуемые провода кабеля сети microLAN должны быть оставлены свободными с обоих концов кабеля, поскольку их заземление увеличивает емкостную нагрузку. Значительное увеличение емкостной нагрузки может привести к неработоспособности всей системы. Не рекомендуется прокладывать две сети microLAN по одному кабелю, так как емкостная и индуктивная связь внутри кабеля работает аналогично резонансному контуру. В зависимости от длины и параметров кабеля резонансная частота может оказаться в диапазоне частот, используемых для связи microLAN, и так исказить форму импульсов, что передача данных станет невозможной.

Тел: (0-375 7) 249 8273
e-mail: chip@by.rainbow.com