

## ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТРАНСИВЕРА FAST ETHERNET К МЕДНОМУ КАБЕЛЮ MDI-X И LINKMD

Иосиф Каршенбойм. E-mail: iosifk@eltech.spb.ru

В качестве трансиверов в данной статье будут рассмотрены микросхемы KS8721 и KS8001 фирмы Micrel. Большими функциональными возможностями обладает микросхема KS8001, поэтому именно ее необходимо рекомендовать для новых проектов. «Трансиверная» часть микросхемы KS8001 выполнена совершенно стандартно, по сравнению с обычными трансиверами, кроме двух моментов, о которых необходимо сказать отдельно. Это автопереключение входов MDI – MDI-X и диагностика кабеля по технологии LinkMD.

### Автопереключение входов MDI – MDI-X

Автопереключение входов Tx-Rx по Hewlett Packard (HP) MDI-X с функцией запрета и разрешения позволяет упростить кабельный монтаж. В табл. 1 приведено расположение сигналов по контактам в разъеме при прямом и перекрестном соединении. На рис.1, 2 приведена схема кабеля для соединения двух устройств при прямом и перекрестном соединении.

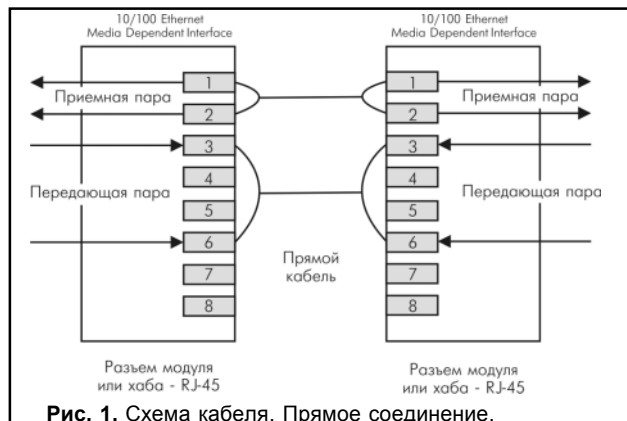
Входная часть микросхемы может определить, подключена ли она к выходу передатчика. Если определение происходит успешно, то принимается текущее расположение входов и выходов.

В том случае, если определения не происходит, то производится попытка определить расположение выводов при перекрестном соединении. Если определяется перекрестное соединение, то оно и принимается за рабочее.

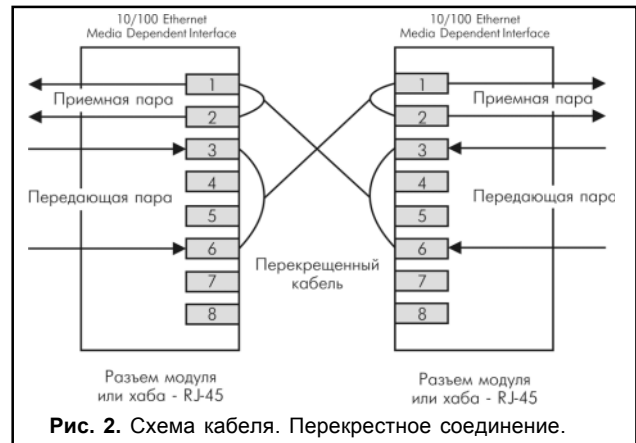
Это позволяет соединять устройства независимо от того, как выполнено другое устройство и какой тип кабеля – прямой или перекрестный – применяется. Данная функция может быть программно разрешена или запрещена, что выполняется записью соответствующих кодов в регистры управления.

**Таблица 1.** Расположение сигналов по контактам в разъеме при прямом и перекрестном соединении.

MDI		MDI-X	
RJ45, контакты	Сигналы	RJ45, контакты	Сигналы
1	TD+	1	RD+
2	TD-	2	RD-
3	RD+	3	TD+
6	RD-	6	TD-



**Рис. 1.** Схема кабеля. Прямое соединение.

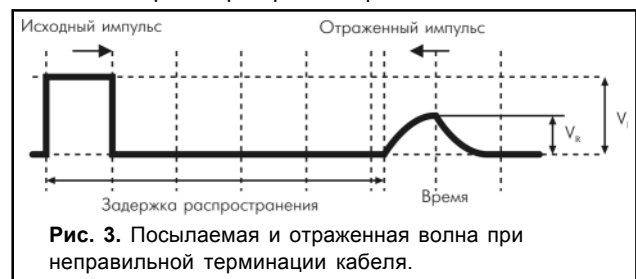


**Рис. 2.** Схема кабеля. Перекрестное соединение.

### Кабельная диагностика по LinkMD

Трансивер KS8001 имеет узел LinkMD, который использует технологию «time domain reflectometry» (TDR), для того чтобы анализировать такие обычные для кабелей отказы как обрывы в линии, короткие замыкания и несоответствие импеданса.

Узел LinkMD работает следующим образом: в линию посылается импульс известной амплитуды и продолжительности и, затем, производится анализ формы отраженного сигнала (рис. 3.) Положение отраженного импульса относительно посылаемого импульса и продолжительность отраженного импульса дает индикацию относительно расстояния до аварии в кабеле. Максимальное расстояние – до 200 метров и точность – +/-2 метра. Внутренняя схема отображает информацию от TDR в удобочитаемом пользователем цифровом формате. Информация о состоянии линии читается из регистра трансивера.



**Рис. 3.** Посылаемая и отраженная волна при неправильной терминеции кабеля.

Кабельная диагностика работает только для медных подключений, операции по LinkMD с оптоволоконным не поддерживаются.

### Автопереговоры

Трансивер KS8001 может выполнять автопереговоры, так как описано в стандарте 802.3. После проведения автопереговоров трансивер выберет оптимальный режим работы – 10Base-T или 100Base-T. В режиме работы на оптоволокно – FX автопереговоры будут заблокированы.

Автопереговоры позволяют партнерам, осуществляющим сеанс связи, выбрать наилучший общий режим работы на кабель – неэкранированную витую пару

(UTP). В режиме автопереговоров, партнеры вступающие в сеанс связи, определяют свои возможности по скорости работы в данном канале.

Если автопереговоры не поддерживаются или партнер связи с трансивером вынужден отказаться от автопереговоров, то устанавливается режим, выбираемый приходящим от партнера сигналом. Это называется «параллельным режимом», потому что в то время как передатчик посылает сигналы для инициализации автопереговоров, получатель принимает сигналы для инициализации автопереговоров или он должен работать в принудительно установленном режиме приема-передачи. Например, один из абонентов может работать только в режиме 10Base-T, а второй может работать в обоих режимах. В результате автопереговоров будет выбран режим 10Base-T для обоих абонентов.

Алгоритм установки режимов связи показан на рис. 4.

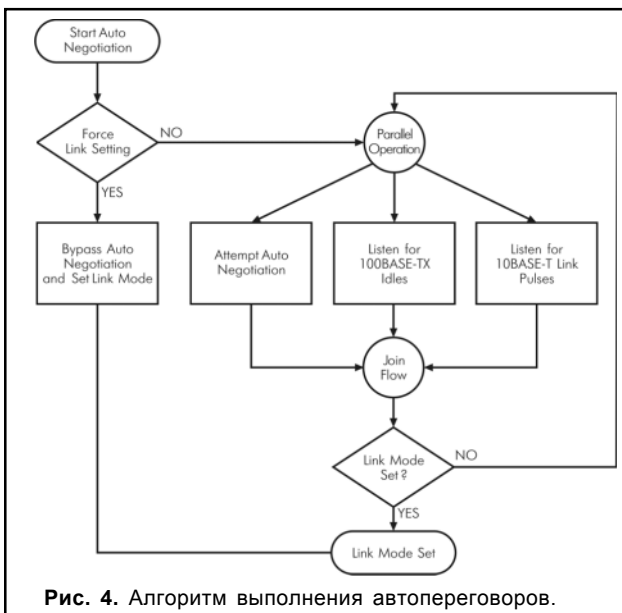


Рис. 4. Алгоритм выполнения автопереговоров.

Рассмотрим этот процесс более подробно. Один из внутренних регистров трансивера предназначен для хранения кодового слова, определяющего разрешенную скорость работы в линии. В течение выполнения процедуры автопереговоров, содержание этого регистра трансивера, кодированное в соответствии с форматом быстрых импульсов связи (FLP), посылается своему партнеру по связи в тех случаях, когда требуется проведение автопереговоров, а именно при включении питания, потере связи, или при повторном старте (рис. 5.)

В то же самое время трансивер контролирует приходящие из линии данные для того, чтобы определить

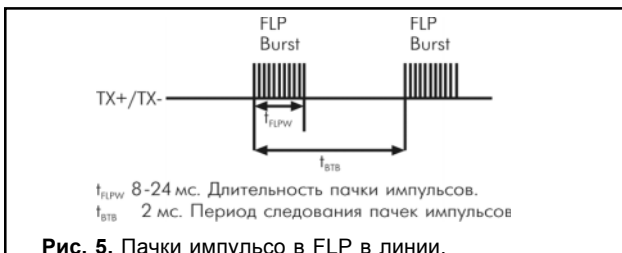


Рис. 5. Пачки импульсов в FLP в линии.

свой режим работы. Параллельная схема обнаружения допускается, в том случае, как только определяются нормальные импульсы связи (NLP) для работы в режиме 10BASE-T или состояние «idle» для 100BASE-TX. Режим операции конфигурации основан на следующих приоритетах:

- приоритет 1: 100BASE-TX, полный дуплекс;
- приоритет 2: 100BASE-TX, полудуплекс;
- приоритет 3: 10BASE-T, полный дуплекс;
- приоритет 4: 10BASE-T, полудуплекс.

Когда трансивер получает пачку импульсов FLP от своего партнера по связи с тремя идентичными кодовыми словами связи (при этом бит подтверждения игнорируется), он будет хранить принятые кодовые слова в своем внутреннем регистре и ждать следующих трех идентичных кодовых слов.

Как только трансивер обнаруживает второе кодовое слово, он конфигурирует себя согласно вышеупомянутому приоритету. Кроме того, трансивер также проверяет то, какие символы он получает: состояние «idle» для 100BASE-TX или импульсы NLP для 10BASE-T. Если обнаруживается любое из этих событий, то трансивер автоматически конфигурируется так, чтобы соответствовать обнаруженной скорости работы в линии.

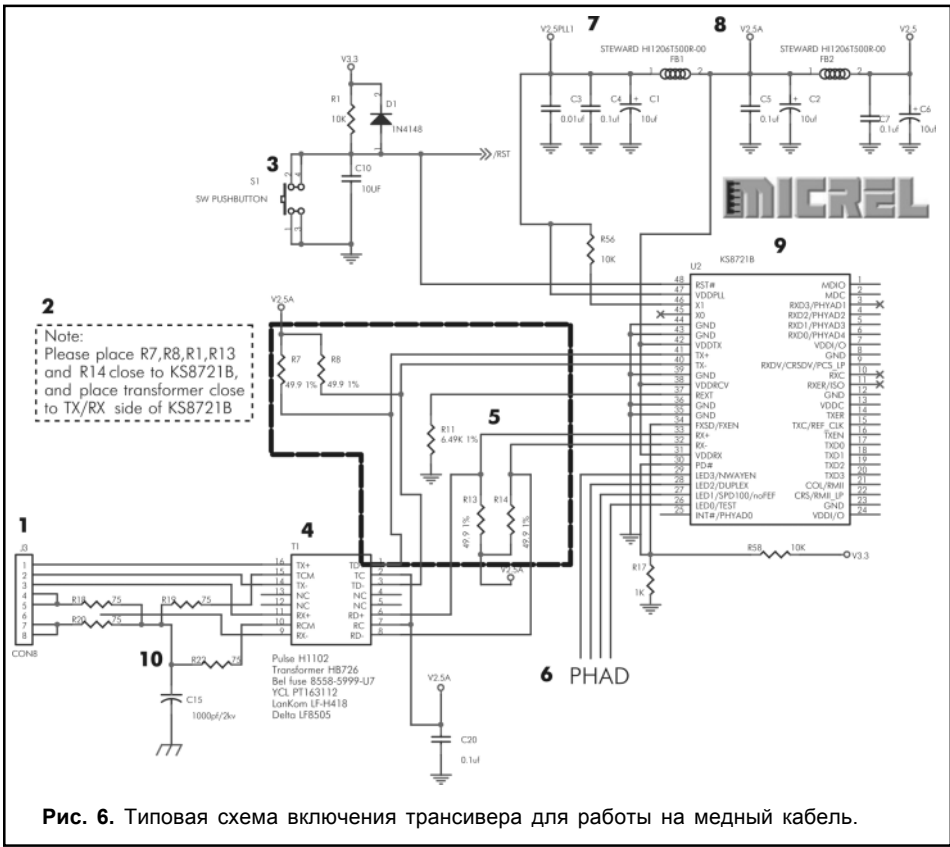
Типовая схема включения трансивера для работы на медный кабель приведена на рис. 6. В данной статье наибольший интерес представляют группы цепей, необходимых для подключения к медному кабелю. На рисунке показаны только такие цепи, а именно цепи «трансивер – трансформатор», «трансформатор – сеть», а также цепи питания.

На рис. 6 цифрами указаны следующие узлы схемы:

- 1 – разъем RJ-45;
- 2 – предупреждение о том, что согласующие резисторы и конденсаторы должны быть расположены как можно ближе к трансиверу;
- 3 – кнопка «Сброс»;
- 4 – трансформатор;
- 5 – резисторы для 50 Ом терминирования линии;
- 6 – шина для задания PHYAD – физического адреса трансивера;
- 7, 8 – цепи фильтрации питания;
- 9 – трансивер;
- 10 – резисторы и конденсаторы для терминирования незадействованных проводов и для подключения трансформатора.

При подключении к трансформатору необходимо особое внимание уделить согласующим резисторам с номиналами 50 Ом и 75 Ом. Необходимо так же обратить внимание на выполнение цепей питания. Для питания аналоговых узлов трансивера необходима фильтрация питающих напряжений. Для этой цели необходимо применять ферритовые сердечники и устанавливать конденсаторы с низким значением ESR. Более подробные инструкции по выполнению цепей питания можно найти в техническом описании, приводимом фирмой-изготовителем на каждую конкретную микросхему.

Выполнение проекта для PCB будет рассмотрено в отдельной статье.



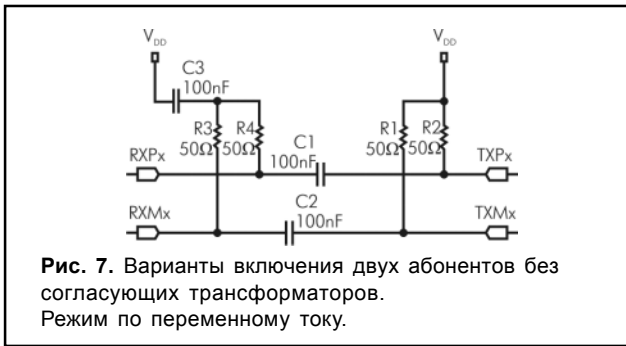
**Рис. 6.** Типовая схема включения трансивера для работы на медный кабель.

**Несколько слов о системной интеграции**

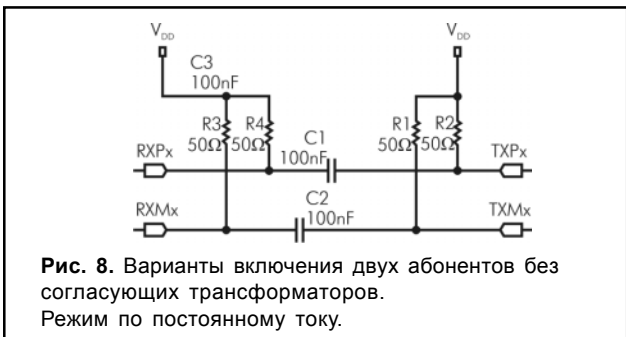
Теперь необходимо добавить несколько слов о системной интеграции трансиверов.

Микросхему можно использовать не только для подключения к сети, но и как трансивер для внутриприборного интерфейса. В таком случае развязывающие трансформаторы можно и не использовать. (рис. 7, 8.)

Микросхему можно использовать как трансивер



**Рис. 7.** Варианты включения двух абонентов без согласующих трансформаторов. Режим по переменному току.



**Рис. 8.** Варианты включения двух абонентов без согласующих трансформаторов. Режим по постоянному току.

для любых иных линий связи (не Ethernet). При этом будет осуществляться соединение: 4-проводная точка-точка. На стороне пользователя можно использовать любой из протоколов – MII, RMII, SMII. Трансивер будет выполнять передачу данных и синхронизации, а также передавать и принимать сигналы, соответствующие началу и концу кадра.

**Несколько слов о стартовых наборах**

Для изучения режима работы трансиверов KS8721 и KS8001 фирма-изготовитель предлагает стартовые наборы. Узел стыка с сетью Fast Ethernet представляет собой достаточно сложное аналогово-цифровое устройство. При некачественном выполнении РСВ-дизайна или при изготовлении самой печатной платы

могут быть сбои в работе этого узла. Сбои будут проявляться в том, что трансивер в ряде случаев начнет самопроизвольно переходить с частоты работы в 100 Мбит/с на частоту в 10 Мбит/с. При этом, если будут разрешены автопереговоры, то в ряде случаев трансивер вернется к работе в режиме 100 Мбит/с.

Наиболее простым способом избежать такой ситуации является подключение стартового набора к проекту пользователя. Тогда все ошибки, возникающие при отладке, будут связаны только с «цифровой частью» проекта.

Кроме того, стартовый набор на трансивер KS8001 можно использовать и как автономный прибор для проверки кабельного монтажа и для генерации тестовых пакетов, необходимых для отладки протокола обмена по сети.

**В следующей статье данного цикла будут описаны общие рекомендации по размещению компонентов и РСВ-дизайну для устройств с Ethernet 10/100 PHY.**

**Литература:**

1. Н. Олифер, В. Олифер. Высокоскоростная технология Fast Ethernet (IEEE 802.3u) Центр Информационных Технологий.
2. KS8001Product Brief. 1.8V, 3.3V 10/100BASE-TX/FX Physical Layer Transceiver. www.micrel.com.
3. Reducing Maintenance Costs With Cable Diagnosis and Micrel's LinkMD™. Mike Jones. www.micrel.com.
4. Application Note 120. Capacitive Coupling Ethernet Transceivers without Using Transformers. Micrel 10/100 Ethernet Products.