

УДК 681. 324

С.Н. Бобылев, ст. преподаватель,

И.О. Турега, аспирант

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г Севастополь, Украина, 99053

E-mail: kvt@sevgtu.sebastopol.ua

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ СЕТЕЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Предлагается макет для проектирования и изучения сетей микроконтроллеров, выступающий в качестве «универсальной ячейки» сети. Рассматриваются технические особенности реализации и использования макета.

Сети микроконтроллеров представляют собой довольно распространенные структуры, используемые в современных технических средствах. Транспорт, промышленная автоматика, медицинские приборы, охранно-пожарная сигнализация, лифты, системы автоматического регулирования, военные системы – лишь немногие отрасли, в которых сети микроконтроллеров нашли широкое применение [1].

Целью данной работы является рассмотрение особенностей сетей микроконтроллеров, описание разработанного инструментального средства для их проектирования и его возможностей.

Обычно сеть микроконтроллеров рассматривается с двух точек зрения:

– как сеть передачи данных, используемая для связи более сложных систем;

– как распределенная система управления, представляющая собой многоядерный территориально распределенный вычислительный элемент с определенной топологией связи.

Выделим наиболее общие характеристики, позволяющие получить представление о структуре сети и возможностях ее использования: число узлов, число и типы интерфейсов, типы протоколов, топологии соединения, производительность элементов, быстродействие сети передачи данных.

Другие характеристики являются производными от данных, либо являются менее значимыми при рассмотрении микроконтроллерных сетей.

Количество узлов, количество различных сетевых интерфейсов и типы используемых протоколов определяют возможные топологии соединения. Интерфейсы, топологии и протоколы определяют временные задержки, а следовательно, быстродействие сети в целом.

При описании интерфейсов будем различать их по следующим признакам:

- 1) по способу передачи данных – последовательные и параллельные;
- 2) по форме синхронизации – синхронные и асинхронные;
- 3) по возможности двунаправленной передачи – полудуплексные и полнодуплексные;
- 4) по числу интерфейсных линий.

В качестве базовых выделим следующие топологические сетевые структуры: шина, кольцо и звезда. Более сложные топологические структуры являются комбинациями базовых. Топологии для реализации требуют некоторого минимального числа элементов. Для «кольца», «шины» и «звезды» такое число равно трем. При использовании двух элементов все топологии вырождаются в соединение «точка–точка».

Протоколы передачи данных определяются возможностями интерфейсов, а также требованиями к безопасности, надежности и быстродействию.

Для изучения различного рода конфигураций сетей микроконтроллеров разработан специализированный макет. Данный макет располагает рядом интерфейсов, поддерживает базовые топологии соединения и предлагается в качестве универсальной ячейки сети микроконтроллеров. Кроме того, предусмотрена возможность расширения количества интерфейсов за счет программной реализации ввода – вывода, разработки пользовательских протоколов.

Структура разработанного устройства представляет собой совокупность управляющего элемента, блока пользовательского интерфейса и блока сетевых интерфейсов. Структура макета изображена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема макета

В качестве управляющего элемента выступает восьмиразрядный микроконтроллер ATMega16 фирмы Atmel. Микроконтроллер разработан с использованием RISC-архитектуры, при максимальной частоте равной 16 МГц производительность приближается к 16 MIPS. Микроконтроллер содержит четыре восьмиразрядных двунаправленных порта ввода-вывода, ряд встроенных последовательных интерфейсов, восьмиканальный десятиразрядный аналого-цифровой преобразователь, 16 килобайт FLASH-памяти программ, 1 килобайт оперативной памяти и 512 байтов FLASH-памяти данных [2].

Пользовательский интерфейс макета состоит из устройств ввода и устройств отображения информации. К устройствам ввода относятся 16-кнопочная клавиатура, кнопка-переключатель, кнопка сброса макета. К средствам отображения информации относится 4-разрядный 8-сегментный светодиодный индикатор, линейка из восьми светодиодных индикаторов, индикатор питания и индикатор состояния кнопки-переключателя. Кроме того, реализована возможность использования одного из каналов встроенного в микроконтроллер 10-разрядного АЦП (аналого-цифрового преобразователя), который может рассматриваться как основа для построения аналоговых интерфейсов связи.

Коммуникационный блок устройства представлен набором интерфейсов связи. В макете реализовано несколько последовательных интерфейсов (SPI, UART, USB, TWI), а также программно-реализуемый параллельный интерфейс.

TWI (Two Wire Interface – двухпроводной интерфейс) является полным аналогом базовой версии интерфейса I²C фирмы “Philips”. Интерфейс синхронный полудуплексный, аппаратно реализует шинную топологию соединения устройств. Выделяются понятия «ведущего» и «ведомого» элементов. Для предотвращения конфликтов при захвате шины «ведущими» узлами применяется аппаратный механизм арбитража. Базовый протокол данного интерфейса предполагает наличие 7-битного адресного пространства, позволяющего адресовать до 127 устройств, а также рассылать широковещательные пакеты. Предполагается использовать данный интерфейс для объединения макетов в сети с шинной топологией.

SPI (Serial Peripheral Interface – последовательный периферийный интерфейс) – синхронный полнодуплексный интерфейс, реализующим топологию соединения «звезда». В данном интерфейсе обычно выделяется один «ведущий» и несколько «ведомых» элементов, выбор «ведомого» выполняется аппаратными средствами. Данный интерфейс также используется для программирования микроконтроллера.

UART (Universal Asynchrony Receiver-Transmitter – универсальный асинхронный приемопередатчик) представляет собой полнодуплексный асинхронный интерфейс, использующий соединение типа «точка–точка». По протоколу совместим с последовательным портом персонального компьютера, вследствие чего применяется для связи периферийных устройств с персональным компьютером. Кроме того, может быть использован режим многопроцессорного обмена, при котором выделяется «ведущий» элемент, организуется топология «звезда» и задействуется механизм адресации. Интерфейс предназначен для реализации сетей, узлами которых могут быть как макеты, так и персональные компьютеры.

USB (Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина) – асинхронный полудуплексный высокоскоростной интерфейс, использующий древовидную топологию соединения (развитие топологии «звезда»). Данный интерфейс изначально разрабатывался как альтернатива последовательному порту персонального компьютера. Интерфейс представляет интерес благодаря высоким скоростям обмена, поддержке одного «ведущего» и до 127 «ведомых» устройств, а также механизмам помехозащищенного кодирования. Основное назначение в макете – связь с персональным компьютером.

Микроконтроллер располагает несколькими двунаправленными портами ввода–вывода, доступ к которым облегчен посредством отладочных площадок макета. Благодаря этому появляется возможность реализовывать дополнительные интерфейсы связи путем программной реализации ввода–вывода. Необходимость в такой реализации может появиться, если возможностей реализованных интерфейсов недостаточно.

Предусмотрена возможность приема/передачи аналоговой информации. С этой целью в макете реализован блок АЦП.

Примером расширения возможностей существующих интерфейсов и протоколов служит реализация на базе интерфейса UART и используемого им типа соединения «точка–точка» кольцевой топологии соединения. Это стало возможным благодаря нестандартному использованию линий интерфейса: использование связей линий приема и передачи одного интерфейса для связи с различными элементами сети. Кроме того, реализован механизм адресации узлов сети благодаря возможности программной доработки протоколов, внедрения дополнительных функций и механизмов.

В конструкции макета предусмотрены особенности, связанные с использованием его в учебных целях (рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид макета

Так, интерфейсы размещены на верхней стороне печатной платы, а микросхемы и другие элементы – на нижней. Сам макет смонтирован на прозрачном основании.

Благодаря коммуникационным механизмам предложенной системы появляется возможность исследовать и создавать новые протоколы, интерфейсы, топологии соединения микроконтроллеров, а также выполнять моделирование работы сетей на их основе. Однако развитие современных электронных средств, рост требований к производительности и надежности сетей передачи данных и распределенных систем управления необратимо ведут к тому, что возможностей данной разработки станет недостаточно. В таком случае данный инструмент можно рассматривать как базовый прототип для разработки более производительных и универсальных средств проектирования и моделирования.

Разработанное устройство используется в учебных целях для исследования микропроцессорных систем. С его помощью созданы аналитические и натурные модели базовых сетевых топологий, выполнен их анализ. Кроме того, макет стал прототипом для более сложных устройств, разработанных студентами в процессе дипломного проектирования. Дальнейшая работа направлена на построение и исследование сложных топологических структур микропроцессорных сетей.

Библиографический список

1. Третьяков С.А. Controllor Area Network (CAN) – локальная сеть контроллеров / С.А. Третьяков // Электроника. — 1998. — № 9. — С. 14 – 16.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А.В. Евстифеев. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. — 560 с.

Поступила в редакцию 14.05.2007 г.