

Архитектура встроенных микроконтроллеров в системе управления комплекса У-70

С.И. Балакин, В.П. Воеводин, А.А. Инчагов, В.В. Комаров
ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

В рамках работ по модернизации системы управления комплекса У-70 создана распределенная система встроенных микроконтроллеров для функционального управления источниками питания магнитооптических элементов. Задачи управления источниками, работающими в различных технологических системах ускорителя, в принципе, мало отличаются друг от друга.

Можно выделить следующие основные требования к элементам системы управления нижнего уровня: генерирование аналогового сигнала, соответствующего заданному закону изменения тока источника; выдача управляющих команд; измерение токов и напряжений в процессе работы источника; считывание состояния элементов оборудования; обеспечение синхронизации с циклом работы ускорителя; реализация режима Pulse to Pulse Modulation (PPM). Для решения этих задач и была создана система встроенных микроконтроллеров.

На рис. 1 представлена общая архитектура системы. Нижний уровень системы управления У-70 начинается с контроллера оборудования (КО), который представляет собой каркас в конструктиве MULTIBUS с процессором МЭ-186 (Intel 186). Взаимодействие с верхним уровнем по магистрали MIL 1553 обеспечивает модуль REMOTE-TERMINAL (RT), для синхронизации с технологическим процессом через магистраль общей таймерной системы (ОТС) используется модуль Приемник Таймерных Сообщений (ПТС), взаимодействие со встроенными контроллерами осуществляется через модули Контроллер Магистрали (КМ), число которых определяется объемом технологического оборудования. Место и основные принципы работы контроллеров оборудования в системе управления описаны в работе [1].

КМ построен на основе MCU AT90C52 с тактовой частотой 24 МГц. Все взаимодействие со встроенными контроллерами (МК321) осуществляется по магистрали RS485 в режиме полудуплекс со скоростью 125 Kbaud. Эта магистраль используется как для обмена данными, так и для передачи таймерных сообщений, получаемых с магистрали ОТС.

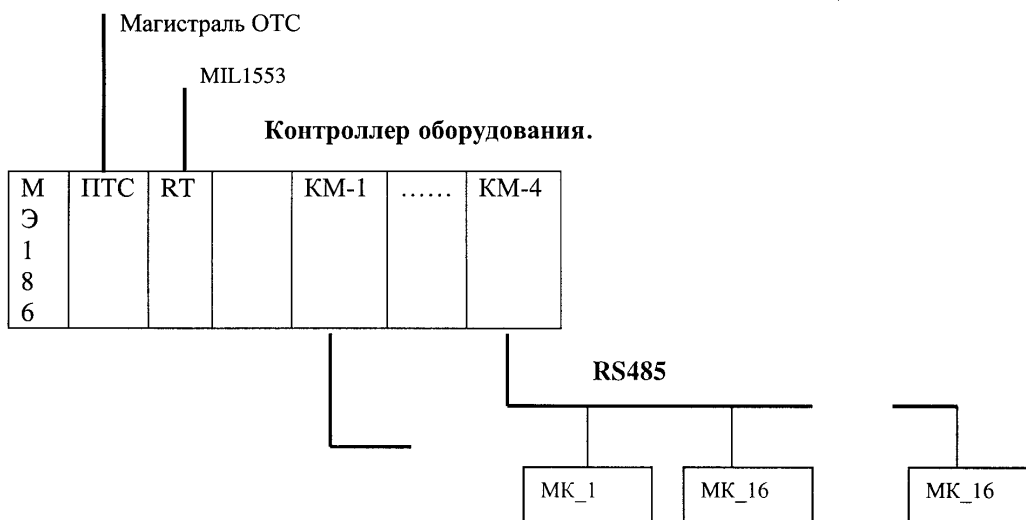


Рис.1

На рис. 2 представлена функциональная схема МК321. Модуль содержит два MCU, один из которых используется как коммуникационный, второй — как контроллер генератора функций (ГФ). Для обмена данными между основными элементами схемы используется шина Serial Peripheral Interface (SPI).

Коммуникационный контроллер осуществляет взаимодействие с КО, выдачу команд на схему управления источником, измерение внешних аналоговых сигналов и считывание внешних статусных сигналов. Он осуществляет обработку принятых управляющих данных (описание функций) и их загрузку в ГФ контроллера.

лер. В его памяти (RAM) хранится вся информация, необходимая для обеспечения управления источником питания в 8 различных режимах работы ускорителя. Переключение режимов осуществляется по командам КО, который, в свою очередь, получает номер текущего режима с магистрали общей таймерной системы.

Контроллер ГФ обеспечивает задание закона изменения опорного напряжения источника. Закон представляет собой линейную аппроксимацию функции (время, амплитуда). Вектора, составляющие функцию, формируются с использованием алгоритма двоичного умножения частоты (BRM) с шагом 10 мксек. В каждом цикле работы ускорителя может быть сгенерировано до 12 различных функций с общим числом векторов 64.

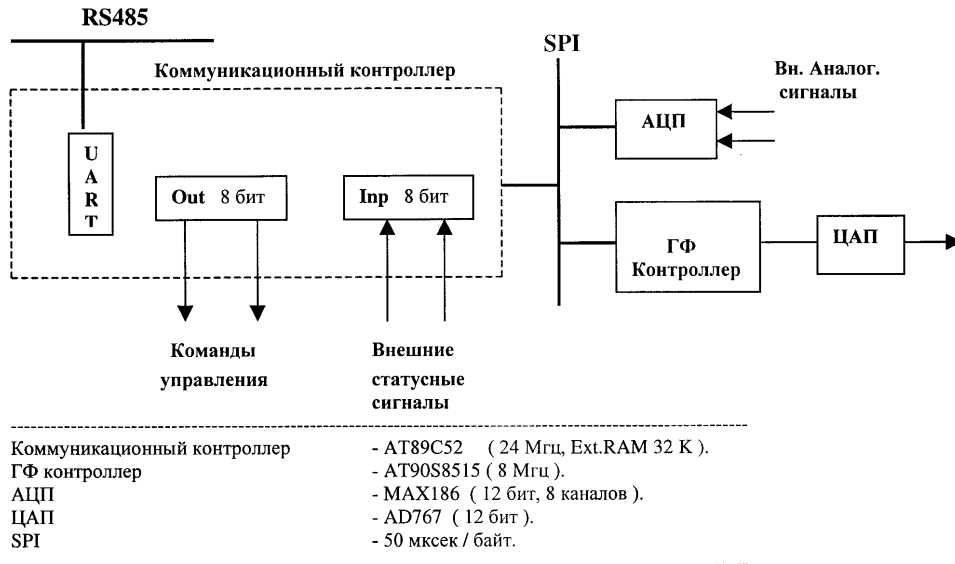


Рис.2

По ходу генерации в конце векторов возможна выдача различных управляющих команд.

Алгоритм работы встроенных микроконтроллеров основан на принципе “событие – действие” (рис. 3). Имеются в виду таймерные события, синхронизирующие работу ускорителя. Под “действием” понимается выдача управляющих команд и/или начало генерации функции. В сеансе работы ускорителя этот режим меняется достаточно редко, поэтому эти данные оформлены как часть конфигурации системы управления и загружаются в контроллер один раз при включении питания.

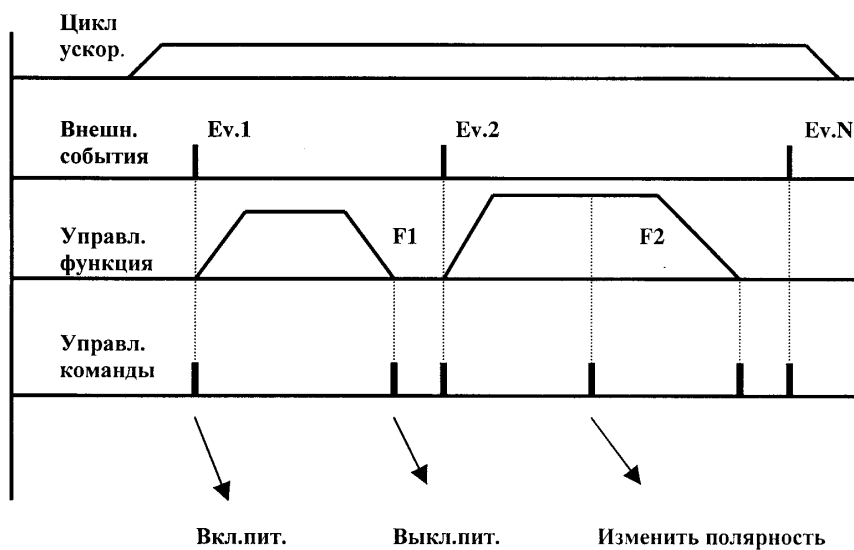


Рис.3

Файлы конфигурации для всех встроенных контроллеров готовятся и хранятся на рабочих станциях верхнего уровня (один файл для одного контроллера оборудования). Эта информация вместе с управляющими данными загружается в КО. В рабочем режиме он определяется включением питания (Restart) того или иного микроконтроллера и автоматически загружает в него все необходимые данные.

Таким образом, функционирование источника питания в цикле работы ускорителя (режим) определяется таблицей соответствия “событие – действие” и описанием функций для генерации опорного напряжения (рис. 4). Для работы в РРМ в контроллере хранятся данные 8 режимов работы. Оператором редактируются параметры функций и временное положение управляющих команд по ходу генерации.

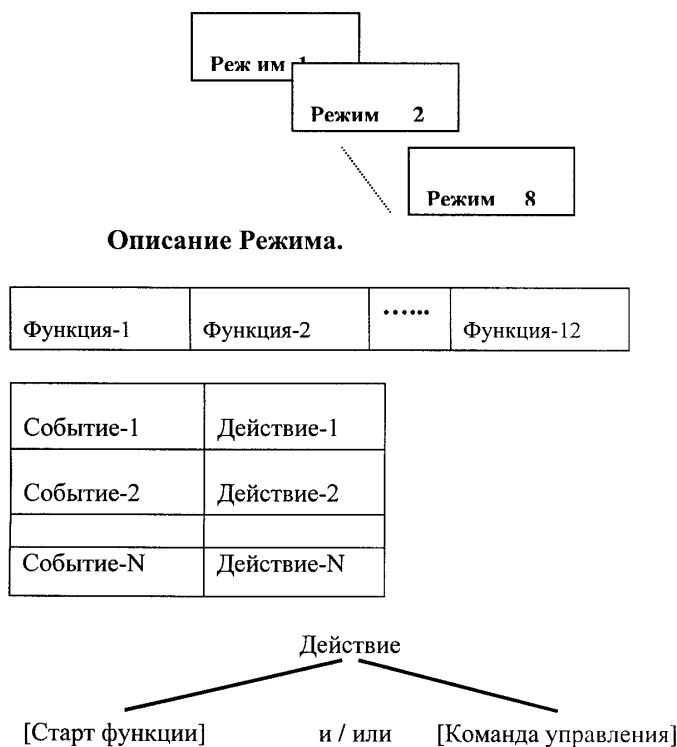


Рис.4

В заключение приводим основные параметры системы.

Число Контроллеров Магистралей в одном КО	— до 4
Число встроенных Микроконтроллеров на одной магистрале	— до 16
Число различных режимов при работе в РРМ	— до 8
Число внешних событий	— до 16
Число функций, генерируемых в одном цикле ускорителя	— до 12
Суммарное число векторов всех функций	— 64
Шаг генератора функций	— 10 мксек
Гарантированное время доставки таймерных сообщений	— 1 мс
Время переключения режимов при работе в РРМ	— 30 мс

Литература

1. С.И. Балакин, В.П. Воеводин, Е.В. Клименков. ``Организация прикладного программного обеспечения контроллеров оборудования в новой Системе Управления комплексом У-70``. - XVI совещание по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1999, т. 1, с. 176.