

Многоканальный счётчик-регистратор

Юрий Мартышевский, Валерий Кормилин (г. Томск)

Описана конструкция 8-канального счётчика-регистратора, работающего в паре с персональным компьютером через интерфейс RS-232. Частота регистрации – до 3,5 кГц (может быть повышена со снижением помехоустойчивости). В качестве датчиков могут использоваться устройства, формирующие на выходе сигнал логических уровней с током около 10 мА.

«Счёт да учёт» – основа технологического процесса любого производства. Трудно представить современное производство без строгого учёта и контроля. Сложно перечислить все виды объектов, которые нуждаются в подсчёте их количества. Устройства, реализующие функцию счёта, называют счётчиками.

В литературе описаны различные типы счётчиков [1, 2]. Все их можно разделить на аппаратные и программные. В аппаратных устройствах используются цифровые счётчики, выполненные на интегральных микросхемах (триггерах, таймерах). Для такой реализации характерны высокая скорость счёта при высоких затратах на разработку, отладку и эксплуатацию устройства и ограни-

ченные функциональные возможности, связанные с фиксированной разрядностью, ограниченными возможностями отображения процесса счёта и результатов. Аппаратные затраты, габариты и параметры энергопотребления прямо зависят от разрядности счётчиков, количества каналов и сложности отображения результатов.

В программно реализуемых счётчиках счёт осуществляется посредством программного опроса входа порта микроконтроллера (МК). Фактически ведется счёт числа импульсов на выходе некоторого преобразователя информации. Быстродействие таких счётчиков ограничено программной реализацией (временем) опроса. Однако они обладают простотой реализации, дешевизной, практически не-

ограниченной разрядностью счёта и большим числом каналов, возможностью перепрограммирования, широкими функциональными возможностями контроля и отображения информации в процессе счёта.

Предлагаемый многоканальный счётчик-регистратор (МСП) ориентирован на работу в составе персонального компьютера (ПК) и предназначен для регистрации событий (импульсов) по восьми независимым каналам с максимальной частотой до 3,5 кГц. В качестве датчиков информации могут использоваться оптические, электромагнитные и любые другие устройства, формирующие на выходе сигнал логических уровней с током около 10 мА. Связь и передача данных между МСП и ПК осуществляется по интерфейсу RS-232.

Принципиальная схема МСП приведена на рис. 1. МСП содержит 8-ходовое устройство согласования с оптронной развязкой, МК и интерфейс RS-232, обеспечивающий связь с инструментальным ПК.

Соединение датчиков с МСП осуществляется через внешние разъёмы типа CP50 (BNC44) и разъём на плате X1. Оптронная развязка выполнена на элементах DD1 и DD2 типа TLP542-4 (каждая из этих микросхем содержит по 4 оптрона). Резисторы R1 – R8 ограничивают ток, а диоды D1 – D8 защищают входные цепи от обратной полярности при неправильном вклю-

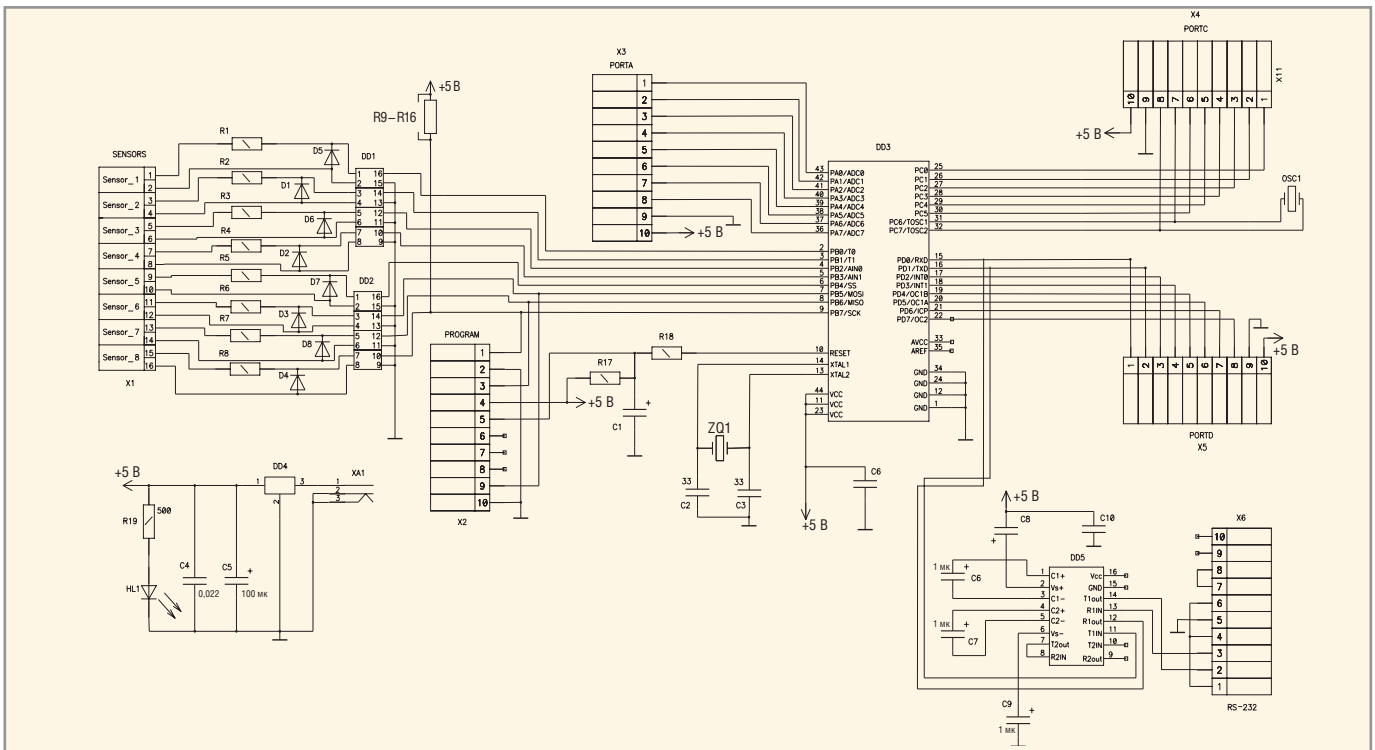


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема МСП

чении. Оптроны нагружены резистивной матрицей R9 – R16 (H1–4) номиналом 2,2 кОм. Восемь выходов оптронной развязки подключены к порту PB микроконтроллера.

В качестве программируемого элемента DD3 в МСР используется 8-разрядный МК ATmega8535, работающий на тактовой частоте 8 МГц, который имеет внутреннюю память программ объёмом 8 Кб и EEPROM данных объёмом 256 байт. Тактовая частота МК стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1. Для удобства формирования временных интервалов, кратных 5 мс, таймер CT2 МК синхронизован от внутреннего генератора частоты 32 768 Гц, стабилизированного кварцем OSC1. Цепь, состоящая из R17, R18 и C1, выполняет сброс при начальном включении устройства.

Интерфейс связи с ПК RS-232 реализован на микросхеме DD5 типа MAX232, которая преобразует уровни сигналов 0...5 В в импульсы ± 12 В, необходимые для нормальной работы интерфейса.

Во вторичном блоке питания МСР использован параметрический стабилизатор DD4 напряжения типа 7805, обеспечивающий номинальное напряжение $V_{CC} = 5 \pm 0,1$ В при необходимом токе нагрузки 20...25 мА. Конденсаторы C4, C5 выполняют роль фильтра питания. Для подключения внешнего источника к DD4 используется разъём XA1.

Порты PA, PD, PC МК свободны, выведены на разъёмы X3 – X5 типа IDC10 и могут быть использованы для дальнейшего расширения функциональных возможностей МСР. Заметим, что на эти же разъёмы выведено напряжение V_{CC} и общий провод устройства.

Состояние каждого из восьми входов порта PB соответствует состоянию соответствующего канала счётчика. МК обрабатывает информацию о состоянии 8 сигнальных линий, поступающую с оптронной развязки, постоянно опрашивая порт PB. При длительности активного уровня сигнала не менее 140 мкс максимальный период опроса состояния информационных разрядов порта PB составляет 26...28 мкс с учётом возможности пятикратного опроса за время активной части импульса.

Для подсчёта импульсов в каждом канале МК фиксирует изменение уровня на выводах порта PB. В программе МК имеется 8-битовая переменная величина, сохраняющая в

битах текущее состояние каждого канала. При каждом сравнении считанного с порта PB значения с указанной переменной удаётся сразу определить каналы, изменившие свое состояние.

Для повышения помехоустойчивости изменённый уровень сигнала в канале должен повториться в четырёх из пяти последовательных опросах. Только в этом случае МК фиксирует новое состояние канала в переменной. Подсчёт повторений ведётся независимо для каждого канала, что позволяет обнаруживать импульсы, проходящие в каналах в любом сочетании. Если при фиксации нового состояния для данного канала уровень изменился с высокого на низкий (спад импульса), по данному каналу счётчик увеличивает значение на 1. Так подсчитываются импульсы в каналах.

Таймер CT2 с помощью кварца с частотой 32 768 Гц формирует сигнал прерывания каждые 5 мс. В подпрограмме обработки прерывания накопленная информация о состоянии всех восьми счётчиков копируется во временный буфер, откуда передаётся через интерфейс RS-232 в ПК. В этот момент счётчики обнуляются, и счёт начинается сначала.

Интерфейс RS-232 МК является аппаратным устройством, поэтому для пересылки байта не требует ресурсов центрального процессора. С завершением передачи байта вызывается прерывание для загрузки очередного байта из временного буфера в буфер передачи. Время передачи восьми байтов, отражающих состояния всех счётчиков, на стандартной для ПК скорости 38 400 бод составляет около 2,1 мс. Процессорное время МК расходует только на копирование байта в буфер передатчика. Для копирования одного байта в передатчик требуется 10 машинных тактов, т.е. 1,25 мкс, а для восьми байтов – соответственно 10 мкс. Таким образом, работа канала передачи через интерфейс RS-232 является «прозрачной» для работы счётчиков в каналах и практически не прерывает процесс счёта.

При максимально возможной частоте входных импульсов 3,5 кГц и периоде запуска цикла передачи (обнуления счётчиков) 5 мс требуемая разрядность каждого счётчика канала не превышает 5 бит. При байтовом формате каждого счётчика имеется восьмикратный запас по максимальному значению, который можно использо-

вать как посредством более редких передач, так и с помощью повышения максимально возможной частоты входных импульсов с учётом необходимого увеличения тактовой частоты МК. Выбранный МК способен работать на максимальной частоте 16 МГц. За счёт некоторого снижения помехоустойчивости количество необходимых опросов для фиксации импульса можно снизить до трёх или даже двух. При этих условиях максимальная частота входных импульсов может быть повышена в пять раз – до 17 кГц.

Состояние всех восьми каналов МСР отражается в графическом виде (диаграмма) на мониторе ПК. При этом программное обеспечение ПК позволяет задать для каждого счётчика некоторую пороговую величину, при превышении которой может быть инициировано определённое действие. Простейшим действием является фиксация текущего времени и даты момента события превышения порога. Такая информация фиксируется в памяти ПК и периодически сбрасывается в выходной файл на внешний накопитель. Управление режимами работы счётчика выполняется с клавиатуры ПК.

Схема алгоритма работы программы ПК приведена на рис. 2. Работа программы основана на ожидании событий.

Первым ожидаемым событием является нажатие кнопки «Оценка фона». При этом запускается процесс считывания «кадра» информации с последовательного порта ПК. «Кадр» содержит 240 отсчётов (по 30 для каждого из восьми датчиков), посылаемых через каждые 5 мс с МК. Длительность кадра составляет $5 \times 30 = 150$ мс. Полученные отсчёты суммируются по 8 каналам и сравниваются для каждого канала с максимальными значениями, определёнными в предыдущих циклах ввода кадра. Цикл повторяется до тех, пока пользователь его не отменит.

За счёт многократного повторения в каждом из восьми каналов определяется максимум числа импульсов, который и принимается за уровень фона. При отмене режима «Оценка фона» программа вводит в окно пороговых значений уровни фона, увеличенные на 10%. Пользователь может и вручную ввести уровни порога для каждого из восьми каналов. После этого программа входит в режим ожидания.

Следующим ожидаемым действием пользователя является нажатие кноп-

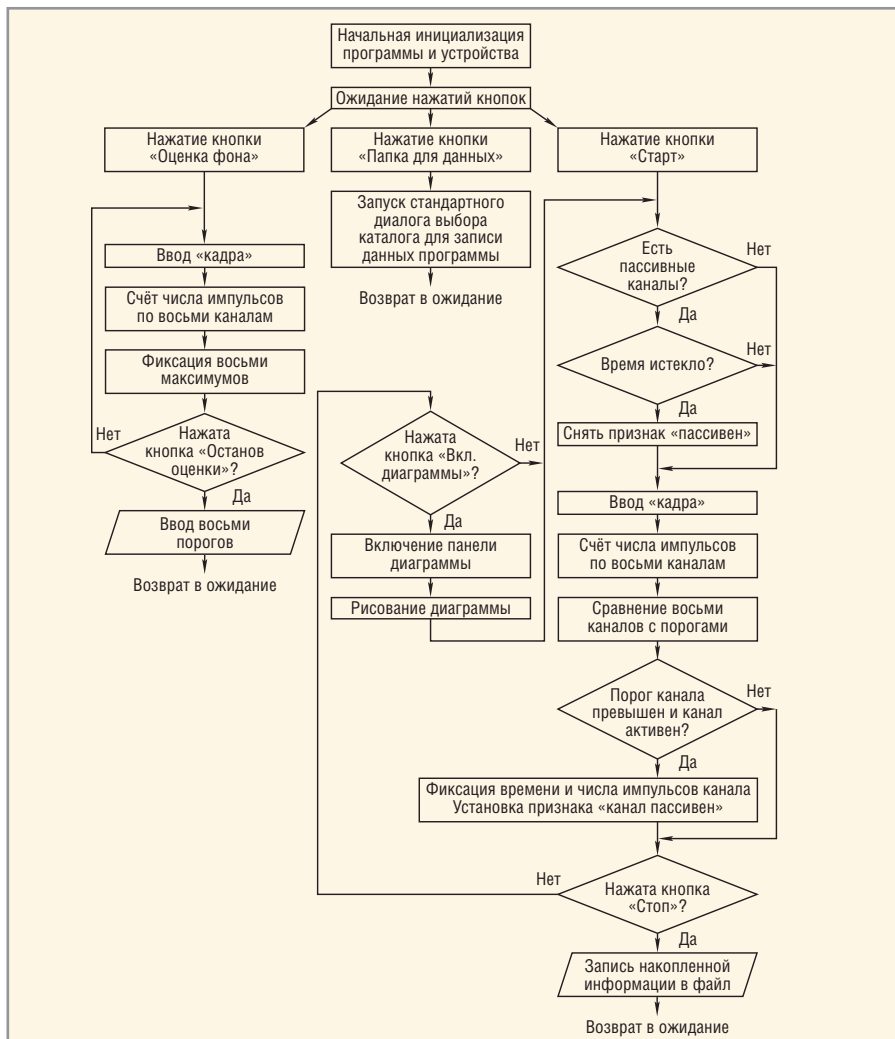


Рис. 2. Структурная схема программного обеспечения ПК

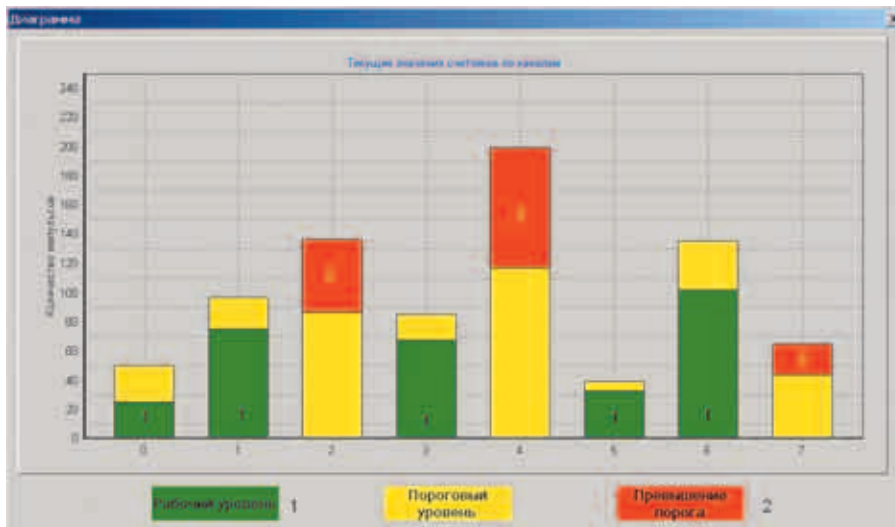


Рис. 3. Диаграмма текущего состояния всех каналов МСР

ки «Запуск». Программа начинает выполнять повторяющийся цикл. В каждом цикле вводится новый кадр данных. Программа вычисляет количество принятых импульсов за время кадра по каждому из восьми каналов. Это значение сравнивается с соответствующим пороговым значением канала.

При превышении порогового уровня в рабочем окне событий данного канала фиксируется текущее время и число импульсов. После этого у данного канала устанавливается признак «Канал пассивен». Этот признак гарантирует, что данные с указанного канала в течение заранее определённого времени не будут повторно

вызывать фиксацию факта превышения порога.

На диаграмме текущего состояния всех каналов МСР (см. рис. 3) уровень порога показан жёлтым цветом. Зелёный цвет (обозначен цифрой 1) показывает значение текущего состояния канала, не превышающего порог. Красный цвет (цифра 2) показывает факт превышения порога. По размаху красного (зелёного) столбика можно зрительно оценить величину превышения (запаса) порогового значения.

Время работы МСР в этом режиме определяется пользователем. Накопленные данные при нажатии кнопки «Останов» записываются в файл, имя которого составляется из даты и времени записи.

Повторное нажатие кнопки «Запуск» запускает процедуру накопления с предварительным очищением буферов событий. Выход из программы осуществляется нажатием кнопки «Выход».

Микроконтроллер МСР является перепрограммируемым устройством и допускает внутрисхемное перепрограммирование через разъём X2. Для перепрограммирования могут использоваться программаторы СТК200 или СТК500, Pony Prog или им подобные, работающие под Windows.

Конструктивно МСР выполнен на двухсторонней печатной плате из стеклотекстолита марки СФ4 размером 116 × 70 × 1,5 мм. РСВ-файл печатной платы, а также текст программы для ПК на языке Си++ и загрузочный файл МК ATmega8535 приведены на сайте журнала.

Описываемый МСР использовался для работы в составе переносной системы радиоизотопного контроля качества обогащения алмазосодержащей породы. В качестве датчиков системы радиоизотопного контроля применялся фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), сигнал с которого в МСР поступал в уровнях 0...12 В.

Авторы выражают благодарность заведующему лабораторией ФГНУ НИИ «Ядерная физика» при Томском политехническом университете (ТПУ) Панову Ю.А. за постановку задачи и обсуждение результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгий А. Усовершенствованный реверсивный счётчик. Радио. 2005. № 11. С. 28–29.
2. www.atmel.ru.
3. www.atmel.com.



КРУПНЕЙШАЯ на Северо-Западе

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

VI промышленная
специализированная выставка



RADEL 06

- ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
- КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ
- МАТЕРИАЛЫ
- КОНСТРУКТИВЫ
- ТЕХНОЛОГИИ
- ОБОРУДОВАНИЕ
- ПРИБОРЫ

**14-17
ноября
2006**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
Петербургский СКК

Вас приглашают