СИСТЕМА ФИКСАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОРЕВНОВАНИЙ ПО ЛЕДОЛАЗАНИЮ

Миртов С.П.
Научный руководитель: ФадеевА.С., зав. каф.АИКС ИК ТПУ
Томский политехнический университет
mirtov-sb@mail.ru

Введение

Одной из самых важных задач при организации судейства в соревнованиях по ледолазанию является задача измерения времени прохождения трассы с точностью до микросекунд. Именно время является критическим фактором определения победителя соревнований. Для исключения влияния человеческого фактора в лице судьи соревнований на процесс замера времени прохождения дистанции спортсменом были разработаны различные автоматизированные системы хронометража.

Особенностью предлагаемых на рынке систем спортивного хронометража является высокая стоимость низкая точность измерений, сложность монтажа и эксплуатации, а также рассинхранизация времени, связанная с термочувствительностью кварцевых генераторов [1].

В настоящее время существует высокая востребованность в подобных системах, многие спортивные организации имеют острую необходимость в схожих системах автоматической фиксации и обработки результатов, но не могут себе позволить этого в связи с очень высокой стоимостью на рынке.

Задачи систем хронометража

Учитывая набирающую популярность относительно новых видов спорта, таких как ледолазание, скалолазание и альпинизм в целом высокую актуальность имеет разработка высокоточных систем хронометража, имеющих стоимость, в несколько раз ниже существующих аналогов, а также обладающих набором функций упрощающих процесс проведения соревнований, и отличающих его от существующих аналогов, а именно:

- возможность фиксации результатов двух трасс одновременно;
- возможность синхронизации тактовой частоты с атомными часами установленными на спутниках;
- возможность работы системы при критически низких температурах (до -40 °C);
- автоматическое ведение протоколов;
- отображение результатов на табло в режиме реального времени.

Спецификация системы хронометража

Для реализации технической части разрабатываемой системы хронометража были выбраны следующие базовые компоненты:

- Микроконтроллер stm32f103c8t6, осуществляющий счет времени, фиксацию моментов старта и финиша, вывод данных на табло и на сервер. Выбор микроконтроллера серии STM32 связан с его высокой производительностью, большим количеством аппаратных таймеров, а также гибконастраиваемых векторов обработчиков прерываний, и относительно невысокой стоимостью в сравнении с популярными контроллерами Atmega328.
- GPS модуль gps-neo-6m, позволяющий синхронизировать время и тактовую частоту со спутниками глобальной навигационной системы.
- Полевые N-канальные транзисторы, необходимые для управления высокими нагрузками при помощи микроконтроллера.
- Элемент Пельтье, для поддержки постоянной температуры кварцевого генератора.
- Активные сирены, предназначенные для звуковой индикации состояния трассы.
- Концевые переключатели, выполняющие функцию определения состояния старта и финиша.
- Светодиодные модульные матрицы P10 необходимые для разработки табло.
- Адаптер UART – USB, предназначенный для подключения контроллера к серверу.

Обеспечение высокой точности

Для обеспечения высокой точности фиксации моментов времени используются GPS-модули gps-neo-6m. В данные модули встроены стабилизаторы напряжения, а также термостатированные кварцевые генераторы, управляемые напряжением, и встроен ПИД-регулятор, все это позволяет синхронизировать тактовую частоту модуля, а так же синхронизировать фронты меандра выходного сигнала с атомными часами, установленными на спутниках GPS. Компания U-blox выпускает программное обеспечения для конфигурации и тонкой настройки модулей GPS семейства NEO [7], что позволяет настроить тактовую частоту выходного сигнала модуля GPS в пределах от 1 Гц до 200 кГц. Настройка тактовой частоты выходного сигнала имеет высокое значение для

построения систем счета времени так как для достижения высокой точности необходимо сформировать сигнал, с частотой, кратной десяти. Необходимость кратности частоты обусловлена десятичной системой счисления, используемой при счете времени на соревнованиях. Так же данное программное обеспечение позволяет настроить форматированный вывод в полудуплексном режиме для общения с микроконтроллером через последовательный порт UART. Использование модулей GPS без синхронизации со спутниками позволило добиться точности до 10-6 сек., а в режиме синхронизации вплоть до 10-8 сек., а также избежать рассинхронизации времени из-за термочувствительности кварцевого генератора.

Фиксация и вывод времени на табло

Выходной сигнал GPS модуля передается на два порта ввода микроконтроллера, которые, в свою очередь, заведены на два независимых таймера счетчика TIM1 и TIM2, для уменьшения числа перехватов прерывания первый таймер настроен на счет по нарастающему фронту, второй по спадающему фронту. Выходной сигнал настроен на частоту 1 кГц. Предделители таймеров настроены на счет каждого десятого фронта, что обеспечивает достаточный промежуток времени для осуществления форматного (строки типа 00:00:000) вывода строки времени на два независимых последовательных порта при помощи модуля прямого доступа к памяти (Direct Memory Access) контроллера.

Вывод осуществляется с частотой 100 Гц для отображения сотых долей секунд. К светодиодным матрицам также подключены контроллеры stm32f103c8t6, которые обеспечивают формирование массива состояний светодиодов для вывода на табло. Все вышеперечисленное позволяет передавать данные на табло в режиме реального времени, что увеличивает зрелищность соревнований. В момент финиша при помощи DMA считываются данные из счетного регистра предделителя таймеров, что обеспечивает точность вывода данных до 10-3. Конфигурация таймера представлена на рисунке

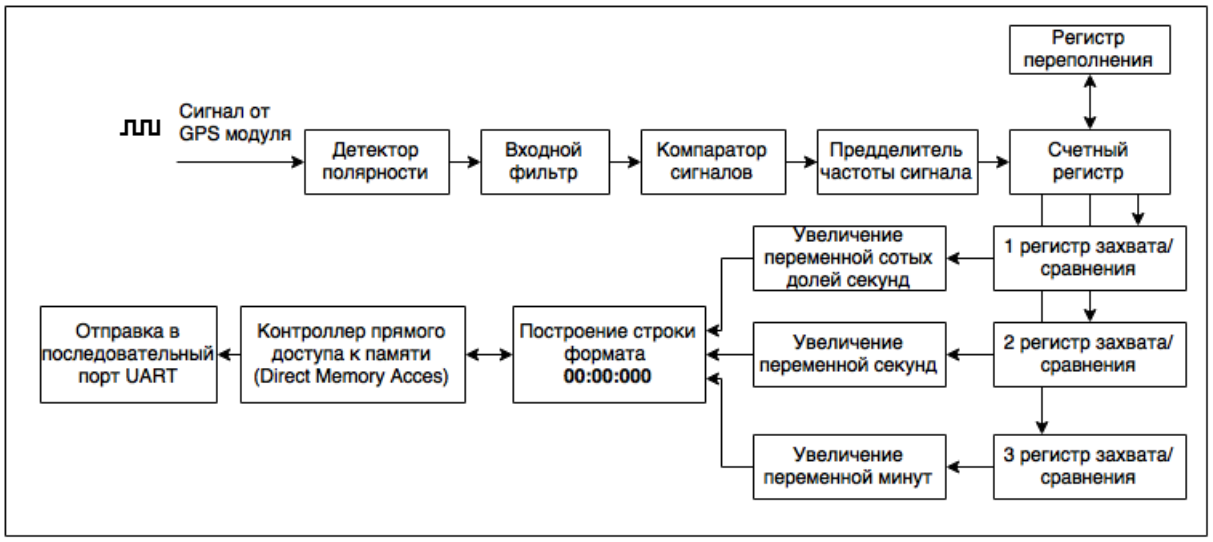

Рис. Структурная схема конфигурации аппаратного таймера контроллера stm32f103c8t6, настроенного на внешнее тактирование

Список литературы

1. Каталог существующих аналогов табло [Электронный ресурс]. URL: http://inftablo.ru/tablosport.

2. Спецификация на микроконтроллер STM32f103c8t6.

3. Спецификация Матричного светодиодного модуля P10Led. [Электронный ресурс]. URL: http://ledworld.ae/resources/uploads/brochure/pdf_1342627000.pdf.

4. Спецификация программного обеспечения компании U-blox [Электронный ресурс]. URL: https://www.u-blox.com/en.