**3.3.1 Схема электрическая функциональная блока управления счётом и внешних сигналов управления счётом**

Функциональный блок управления счётом представляет собой энкодер типа KY-040. Он состоит из 3 управляющих контактов: SW, DT, CLK. Подключённых по следующему принципу к входам микроконтроллера [6]:

* SW к выводу DD4,
* DT к выводу DD3,
* CLK к выводу DD2;

При вращении энкодера с выходов CLK и DT поступают прямоугольные импульсы, на соответствующие входы блока микроконтроллера, сдвинутые друг относительно друга на фазовый угол 90  [7]. Программное определение направления движения вала энкодера происходит по сдвигу фаз импульсов с выходов энкодера CLK и DT. [8]

Управление таймером или секундомером может производиться с помощью двух внешних сигналов, поданных через разъем типа VGA на корпусе устройства.

В обоих случаях управление ведется логической единицей. Реакция на логическую единицу происходит сразу после получения сигнала. Микроконтроллер не ожидает конца разрешающего импульса.

Так же с помощью внешних сигналов управления счётом поступающих на вход D5 и D6 можно управлять внешними цепями. К примеру, в конце работы режима таймер на внешние цепи подается логическая единица.

**3.3.2 Схема электрическая функциональная схема звукового излучателя**

Сигнализирование о завершение любых событий при работе режимов происходит с помощью пьезоизлучателя. При появлении сигнала о завершение работы, на выводе микроконтроллера 5 к которому подключен пьезоизлучатель формируются два коротких импульса с длительностью 1с которые воспроизводятся пьезоизлучателем.

**3.3.3 Схема электрическая функциональная блока микроконтроллера**

На рисунке 2 представлена функциональная схема микроконтроллера Atmega328, который является основный компонентом в разрабатываемом устройстве. Блок микроконтроллера состоит из:

1. Постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) - предназначено для хранения последовательности команд, управляющих функционированием микроконтроллера. Ее главное достоинство в том, что она построена на принципе электрической перепрограммируемости, т. е. допускает многократное стирание и запись информации. В процессе выполнения программа считывается из этой памяти, а блок управления обеспечивает ее декодирование и выполнение необходимых операций. Содержимое памяти программ не может меняться во время выполнения программы. Поэтому функциональное назначение микроконтроллера не может измениться, пока содержимое его памяти программ не будет перепрограммировано.
2. Последовательный периферийный интерфейс - интерфейс для последовательного обмена данными. В том случае, если в системе присутствует внешний процессор, с помощью этого интерфейса может быть обеспечена межпроцессорная связь.
3. Энергонезависимая память – предназначена для долговременного хранения различной информации, которая может изменяться в процессе функционирования микроконтроллерной системы, используется энергонезависимая память (EEPROM-память). Данный микроконтроллер имеет блок энергонезависимой электрически перезаписываемой памяти данных размером 32 Кбайт. Этот тип памяти, доступный программе микроконтроллера непосредственно в ходе ее выполнения, удобен для хранения промежуточных данных, различных констант, коэффициентов, серийных номеров, ключей и т.п.
4. Аналоговый компаратор - предназначен для сравнения непрерывно изменяющихся сигналов. Аналоговый компаратор имеет два входных аналоговых сигналов: анализируемый и опорный сигнал. После сравнения, на выходе получаем логический сигнал, содержащий 1 бит информации.
5. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) - устройство, выполняющее преобразования входной физической величины в ее числовое представление.
6. Счетчик команд - это специализированный внутренний регистр микроконтроллера, в котором хранится адрес следующей команды.
7. Регистр команд - регистр, содержащий команду, исполняемую в данный момент процессором.
8. Регистр общего назначения - регистры, используемые для хранения промежуточных итогов вычислений. Имеют два значительных преимущества: обращение к регистрам выполняется намного быстрее, чем к памяти. При обращении к регистрам не нужно указывать адрес (как в случае с памятью).
9. Оперативное - запоминающее устройство - память, предназначенная для временного хранения данных и команд, необходимых процессору для выполнения им операций.
10. Арифметико-логическое устройство - служит для выполнения арифметических и логических преобразований над данными, называемыми в этом случае операндами.

**3.3.4 Схема электрическая функциональная блока индикации**

Для динамической индикации используется lcd дисплей 1602 подключенный по интерфейсу I2C с контроллером шины PCF8574AT, применяющимся для расширения линий ввода/вывода [9].

Для осуществления процесса обмена информацией по I2C шине, используется всего два сигнала линия данных SDA линия синхронизации SCL. Процедура обмена начинается с того, что ведущий формирует состояние СТАРТ - ведущий генерирует переход сигнала линии SDA из ВЫСОКОГО состояния в НИЗКОЕ при ВЫСОКОМ уровне на линии SCL. Этот переход воспринимается всеми устройствами, подключенными к шине как признак начала процедуры обмена. Процедура обмена завершается тем, что ведущий формирует состояние СТОП - переход состояния линии SDA из низкого состояния в ВЫСОКОЕ при ВЫСОКОМ состоянии линии SCL.