

Содержание

Введение	5
1 Изучение предметной области и выбор пути решения проблемы. 7	
1.1 Анализ проблемы.....	7
1.2 Обзор существующих аналогов	9
1.2.2 Устройство для регистрации попаданий в ворота мяча или шайбы	12
1.2.3 Метод определения координат точек отражения мяча от баскетбольного щита.....	16
1.3 Выбор пути решения проблемы.....	19
2 Алгоритм работы системы.....	21
3 Проектирование структурной схемы.....	24
3.1 Описание системы по структурной схеме	24
3.2 Организация связи с персональным компьютером.....	26
4 Разработка электрической принципиальной схемы	27
4.1 Выбор микроконтроллера и определение стратегии при проектировании.....	27
4.2 Выбор микроконтроллера.....	28
4.3 Общие характеристики и архитектура микроконтроллера	31
4.4 Система команд микроконтроллера	34
4.5 Основные периферийные устройства микроконтроллера, организация ввода-вывода	36
4.6 Организация индикации	37

					ПГУ 1.090301.08.001 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Китаев А.С			Система регистрации попаданий мяча в баскетбольное кольцо. Содержание. Пояснительная записка.	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Брякин Л.А.					1	2
Реценз.						ФВТ, гр. 13ВВ1		
Н. Контр.		Кучин А.В.						
Утверд.								

5 Описание схемы электрической принципиальной микропроцессорного блока	41
5.1 Микропроцессорный блок.....	41
5.2 Индикация	44
6 Описание датчиков системы	47
7 Заключение.....	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А (перечень элементов 1).....	55
Приложение В (принципиальная схема).....	58

Введение

Развитие технологий влияет не только на сферу производства, но и на профессиональный спорт и систему подготовки спортсменов. Достичь высоких результатов грамотным спортсменам позволяют инновации в системах тренировок. Методы подготовки спортсменов всегда будут актуальны и имеют тенденции к совершенствованию по мере развития технологий.

На профессиональном уровне у каждого спортсмена есть свой личный тренер. Этот человек грамотно выстраивает режим тренировок, распределяет нагрузки, подбирает эффективные упражнения с целью совершенствования профессионального мастерства. На любительском уровне, по каким либо причинам, не у каждого есть возможность позволить себе своего личного тренера.

В хоккее, теннисе, гандболе и, с недавнего времени, в футболе уже используют автоматические системы для фиксации попаданий в ворота. Функции этих устройств служат для решения спорных ситуаций и для ведения статистики. В выше перечисленный список не входит баскетбол- один из самых популярных видов спорта в мире.

В баскетболе одним из наиболее значимых приемов игры являются броски мяча в кольцо. Наблюдения за соревновательной деятельностью команд различной квалификации показывают, что реализация забитых бросков напрямую зависит от качества броска и его выполнения. Качество броска зависит от подготовки спортсмена. В ходе анализа результатов мониторинга информационных ресурсов выяснилось, что нет устройства, позволяющего в процессе тренировок корректировать бросок спортсмена, а во время игры вести индивидуальный учет результативности игрока.

В данной выпускной работе разработана система регистрации попаданий мяча в баскетбольное кольцо. В результате любой человек сможет использовать ее в своих тренировках. Система позволяет тренироваться че-

ловеку в одиночку. Для того чтобы устройство выполняло свой основной функционал в него должны входить:

- выбор количества бросков;
- выбор количества попаданий;
- подсчет попаданий;
- подсчет промахов.

					ПГУ 1.090301.08.001 ПЗ	
		№ докум.	Подпись			6

1 Изучение предметной области и выбор пути решения проблемы

1.1 Анализ проблемы

На международном уровне первые разговоры о внедрении систем определения голов с помощью высоких технологий появились во время проведения чемпионата мира 2010 года в ЮАР, после грубой ошибки судейской бригады, обслуживавшей матч 1/8 финала между сборными Англии и Германии, когда мяч после удара англичанина Фрэнка Лэмпарда рикошетом от перекладины пересёк линию ворот и выскочил обратно в поле, однако не был засчитан. В итоге матч завершился победой немецких футболистов со счётом 4:1. Позже ошибка была признана президентом ФИФА Зеппом Блаттером, однако тогда Блаттер заявлял, что внедрение технических нововведений приведёт к длительным остановкам и в итоге отрицательно скажется на зрелищности матчей. Против высказывался и глава УЕФА Мишель Platini, заявивший, что: «судейские ошибки являются неотъемлемой частью футбола и без них не обойтись. К тому же новые технологии наверняка убьют „человечность“ футбола, которая и привлекает к нему болельщиков».

Вместе с тем в ответ на критику УЕФА пошло на введение двух дополнительных арбитров, которые находятся возле ворот и отвечают именно за определение взятия ворот. Однако в матче Англия — Украина, проходившего в рамках финальной стадии чемпионата Европы по футболу 2012 года, судья за воротами не засчитал гол после удара украинского форварда Марко Девича, что явилось «последней каплей» в спорах о введении «электронных» судей.

В теннисе попытки внедрения автоматизированных ассистентов судей в теннисе и крикете имеют долгую историю. При скоростях полёта мяча в

					ПГУ 1.090301.08.001 ПЗ	7
		№ докум.	Подпись			

теннисе до 250 км/ч, определить человеческим глазом касание линии весьма затруднительно и решение судей может быть субъективно. Споры с арбитрами нарушали нормальный ход поединков и мало способствовали спортивному духу соревнований.



Рисунок 1 – Один из предшественников Hawk-Eye — система ElectroLine

Технологические разработки, связанные с облегчением работы судей, стали появляться с конца 1960-х. Первые аппаратные комплексы поддержки судейства в теннисе были созданы в 1970-х годах. Так называемые системы TEL (Tennis Electronic Lines) работали на основе датчиков давления, воспринимающих касание линии, и требовали монтажа под покрытием корта. Широкого распространения они не получили. Помимо сложности монтажа, датчики не различали, касается линии мяч или нога игрока (хотя их преимуществом была возможность выдавать результат мгновенно — это была система реального времени). В 1980-х была анонсирована система Cyclops (англ.), функционировавшая на основе инфракрасных датчиков, определяющих пересечение мячом луча. Система фиксировала только ошибки при подаче. Главным её недостатком было то, что она не различала мяч и любой другой предмет, прерывавший ход луча. Тем не менее, она использовалась на турнирах Большого шлема вплоть до конца 1990-х.

В середине 1990-х на крупных турнирах опробовалась система MacSAM (англ.), разработанная DEL Imaging Systems LLC. В сущности, это была только высокоскоростная камера (до 5000 кадров/сек), позволявшая визуально определить на повторе касание мячом линии.

В 1999 году исследовательская группа компании Roke Manor Research Ltd начала разработку системы, основанной на обработке видеоданных и построении траектории мяча. Во главе группы стоял доктор Пол Хоукинс, в прошлом игрок в крикет. При разработке использовался опыт разработок в военной области в медицине. В 2001 году Пол Хоукинс и Дэвид Шерри защитили разработку патентом WO0141884 (Video Processor Systems For Ball Tracking In Ball Games — «Система видеообработки для трекинга в играх с мячом»). Впервые возможности нового продукта компании были продемонстрированы каналом Channel 4 во время официального матча между сборными Англии и Пакистана, на стадионе Lord's Cricket Ground 21 мая 2001 года. С 2006 года Hawk-Eye постоянно используется для судейства профессиональных турниров в теннисе.

Hawk-Eye — наиболее распространенный, но не единственный продукт, в своём роде. В футболе тестируется GoalRef (изначально разработанная для гандбола). В США определенное распространение получила K-Zone, применяемая в бейсболе. В крикете с Hawk-Eye конкурирует система Pitch View, которая проходила тестирование в 2012 году.

1.2 Обзор существующих аналогов

В найденных информационных источниках описаны устройства с аналогичными функционалом, но для других видов спорта. Также встречаются устройства для баскетбола, но с функциями, отличными от рассматриваемых в данной работе.

1.2.1 Система Hawk-eye

Устройство было разработано инженерами Roke Manor Research Limited в Великобритании в 2001 году.

Все детали функционирования Hawk-Eye не разглашаются, так как являются секретом фирмы. Программно-аппаратный комплекс состоит из нескольких видеокамер, передающих поток видеоданных для обработки компьютеру. Для крикета используется шесть камер, для тенниса — десять. Скоростные видеокамеры (106 кадров/сек, по данным разработчика) укреплены так, чтобы захватывать с определенных углов игровое пространство. Обработка потока видеоданных включает несколько этапов. Изначально в систему заложены правила игры, и при калибровке строится модель игрового пространства. Программное обеспечение позволяет организовать распознавание образа мяча. Как сообщают разработчики, система устойчиво распознаёт летящий мяч в форме размытого вытянутого пятна, размер которого составляет от 2 до 10 пикселей, на фоне корта, оборудования и публики.

На основе трекинга и принципа триангуляции система определяет координаты мяча. По двумерным образам, полученным с каждой камеры, строится серия точек в трёхмерных координатах. Камеры не синхронизированы друг с другом и различные координаты мяча, полученные с разных камер, связываются в общую систему точек при помощи линейной аппроксимации. Далее, при помощи алгоритмов сглаживания, через эти точки реконструируется виртуальная траектория полёта. Если оценить скорость полёта мяча в теннисе в 50 м/с, то при скорости съёмки 100 кадров в секунду, между узлами интерполяции может быть расстояние порядка 50 см. Система визуализации выдаёт результат в виде гладкой траектории с интерполированной точкой касания корта в случае тенниса. Система также позволяет выдавать дру-

гие показатели: скорость мяча, статистику попаданий в определенные области и прочее.

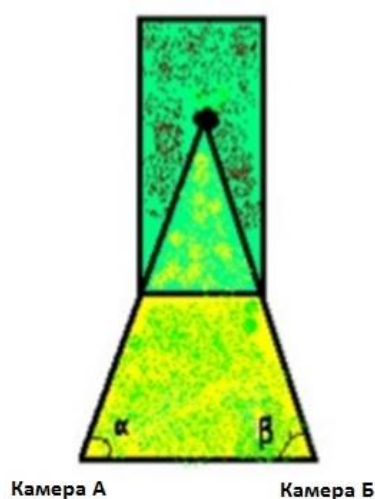


Рисунок 2 – Определение координат с помощью триангуляции

Для функционирования системы (в случае крикета) необходимо три оператора. Система не накладывает никаких требований на инвентарь и площадку. Точность системы является спорным моментом, так как источники называют разные данные: от 1 мм до 5 мм. Согласно данным самой компании Hawk-Eye Innovations, точность составляет 3,6 мм, то есть порядка 5 % от размера теннисного или крикетного мяча. Согласно требованиям ITF, в ходе тестирования погрешность системы должна была составлять не более 5 мм.

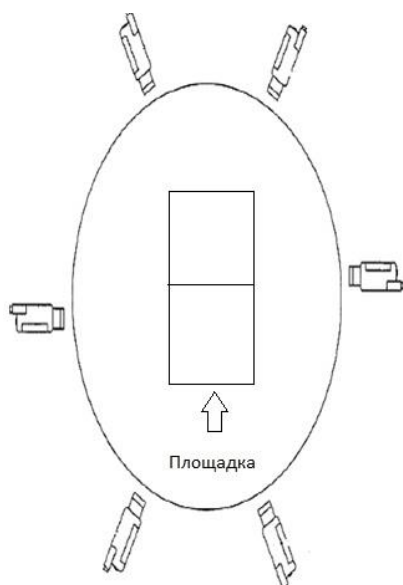


Рисунок 3 – Расположение камер Hawk-Eye в крикете

На получение результата системе нужно до 10 сек, поэтому полностью заменить судей на линии автоматикой пока не получается.

Стоимость использования системы оценивается в \$20 000 в неделю на одном теннисном корте. Для крикета стоимость установки достигает £180 000 на одном стадионе.

К проблемам системы относится, прежде всего, достаточно высокая стоимость, делающая её недоступной для массового использования. Поскольку не всем игрокам доводится сыграть на центральных кортах, где установлена Hawk-Eye, с их стороны также доносятся голоса о некоторой дискриминации.

1.2.2 Устройство для регистрации попаданий в ворота мяча или шайбы

Устройство относится к индикаторным и регистрирующим приспособлениям для игр и может быть использовано в таких видах спорта, как хоккей, футбол, гандбол. Устройство содержит приемники сигналов, коммутатор,

аналого-цифровой преобразователь, блок обработки приемных сигналов, ПЭВМ, монитор, излучатель. Последовательно соединенные коммутатор, аналого-цифровой преобразователь и блок обработки подсоединены к ПЭВМ, при этом один выход блока обработки соединен с излучателем, а другой - с другим входом коммутатора.

Технический результат достигается тем, что в устройстве для регистрации попадания в ворота мяча или шайбы, содержащем датчик регистрации попадания в ворота, закрепленный на воротах и выполненный в виде приемной антенны, излучатель сигнала и блок индикации, приемная антенна содержит не менее шести приемников сигнала, блок индикации выполнен в виде монитора, и, дополнительно, устройство содержит коммутатор приемных сигналов, входы которого соединены с приемными каналами антенны, аналого-цифровой преобразователь, вход которого соединен с выходом коммутатора, блок обработки, вход которого соединен с выходом аналого-цифрового преобразователя, персональную ЭВМ, соединенную с блоком обработки и монитором, при этом один выход блока обработки соединен с излучателем, а другой - с другим входом коммутатора.

Излучатель содержит ультразвуковой доплеровский излучатель.

Наличие не менее шести приемных каналов позволяет однозначно определить положение движущегося объекта (мяча или шайбы) по его координатам (X, Y, Z) и по составляющим его скорости (Vx, Vy, Vz).

Параметрами движения объекта являются: положение объекта $\vec{x}_0$ и его вектор скорости $\vec{v}_0$. В трехмерном пространстве: , .

$$\vec{x}_0 = (x_0, y_0, z_0)$$

$$\vec{v}_0 = (v_{0x}, v_{0y}, v_{0z})$$

В каждом приемнике сигналов сигнал усиливается и подается на коммутатор, который управляется блоком обработки и последовательно подключает выходные сигналы приемников на вход аналого-цифрового преобразо-

вателя (АЦП). Сигналы всех приемников сигналов преобразуются в последовательность цифровых отсчетов и передаются в блок обработки, который осуществляет управление коммутатором и позволяет персональной ЭВМ (ПЭВМ) точно определить параметры движения объекта $\vec{x}_0, \vec{v}_0$, отражая полученную информацию на мониторе.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на рисунке 4- схема размещения приемников и излучателя, на рисунке 5 - приведена схема устройства.

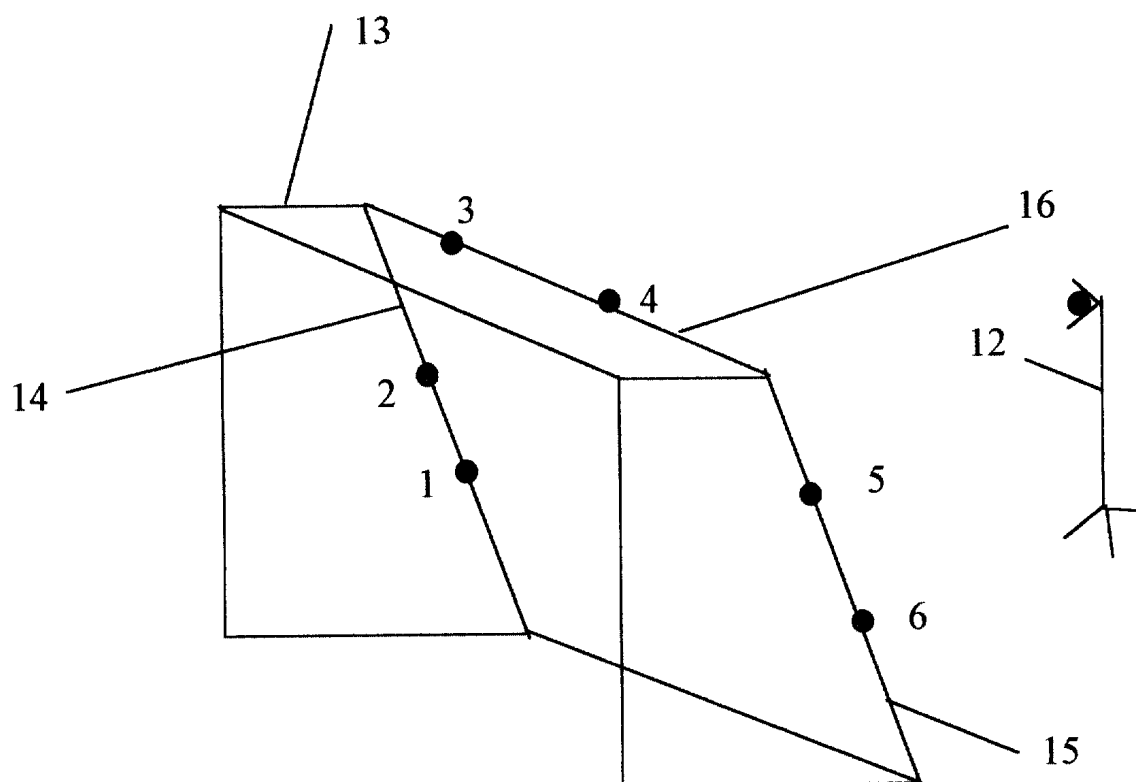


Рисунок 4 – Схема размещения приемников и излучателя

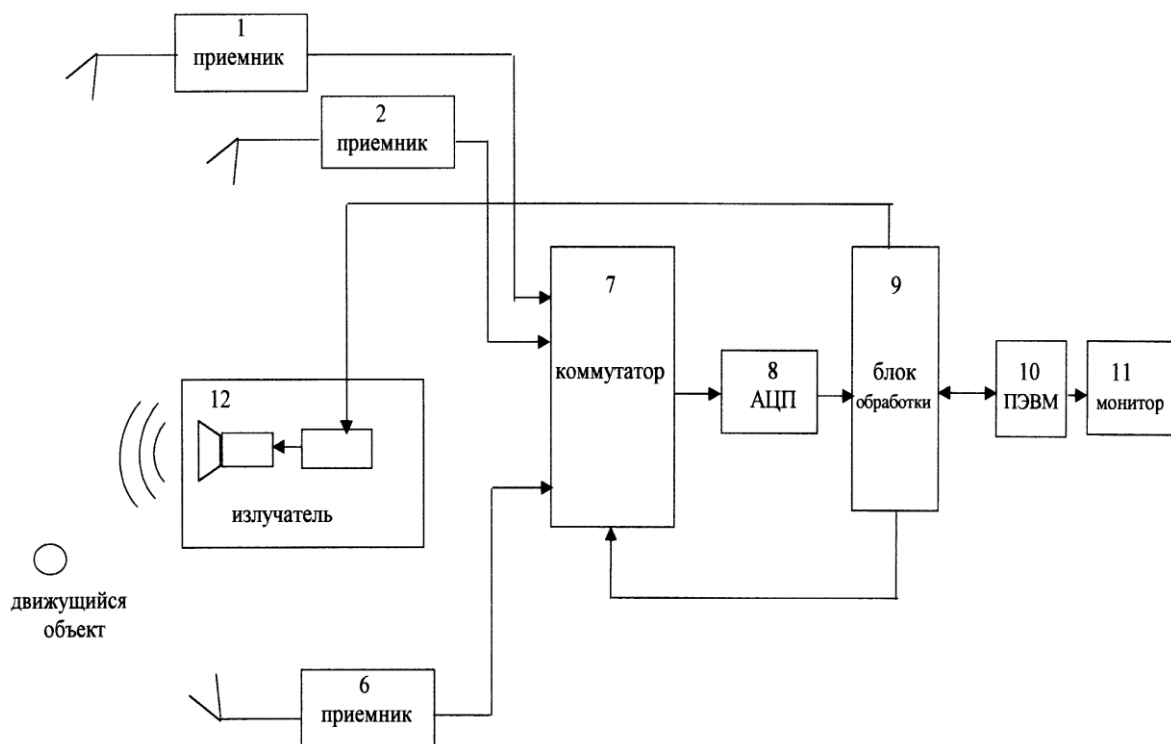


Рисунок 5 – Схема устройства

Устройство содержит приемники (1-6) сигналов, коммутатор 7, АЦП (8), блок 9 обработки, ПЭВМ (10), монитор 11, излучатель 12, ворота 13.

На игровом поле размещены ворота 13. На конструкциях ворот 13 (задние штанги 14, 15 и задняя перекладина 16) размещены приемники сигналов (1-6), при этом приемники 1, 2 размещены на штанге 14, приемники 3, 4 размещены на задней перекладине 16, а приемники 5, 6 размещены на штанге 15. Излучатель 12 размещен на расстоянии 1-2 м от задней стороны ворот 13.

Такое размещение излучателя 12 и приемников (1-6) сигнала обеспечивает равномерное распределение мощности излучаемого сигнала по объему ворот и обеспечивает независимость принимаемых сигналов. Ультразвуковой излучатель 12 излучает непрерывный сигнал с частотой 50-70 кГц. Этот сигнал отражается от движущегося объекта (мяча или шайбы) и принимается приемниками 1-6. В каждом приемнике 1-6 сигнал усиливается и передается на коммутатор 7, который управляется блоком 9 обработки, последовательно подключая выходные сигналы приемников 1-6 на вход АЦП (8). Это обеспечивает преобразование сигналов всех приемников в последовательность

цифровых отсчетов и передачу их в блок 9 обработки. Блок 9 обработки содержит цифровой сигнальный процессор, который осуществляет преобразование принимаемых сигналов. Эти сигналы по линиям связи передаются в ПЭВМ (10). Наличие ПЭВМ (10) позволяет вычислить доплеровское смещение частоты сигнала, обусловленное движением движущегося объекта (мяча или шайбы). Частота излучения излучателя 12 известна. Путем совместной обработки величин доплеровского смещения частоты принятых сигналов можно определить параметры движения объекта $\vec{x}_0, \vec{v}_0$. При этом, для решения системы уравнений, которое производит ПЭВМ (10), можно использовать численные методы решения систем уравнений. На экране монитора 11 визуально фиксируется точка попадания в ворота мяча или шайбы, а также координаты точки попадания мяча или шайбы в ворота. Точность фиксации гола значительно повышается. Дополнительно, в случае необходимости, на экран монитора выводится зависимость изменения скорости движения мяча или шайбы от времени.

1.2.3 Метод определения координат точек отражения мяча от баскетбольного щита

Предложенный метод определения координат точек отражения мяча от баскетбольного щита заключается в создании тренажерно-исследовательского стенда с использованием новых технических средств: передвижного броскового модуля и специализированного баскетбольного щита. Для экспериментального определения полей рассеивания точек удара мяча о щит при баскетбольных бросках разработана структурная схема метода. Данные используются для корректировки техники выполнения и параметров баскетбольных бросков двух разновидностей (без отражения и с отражением мяча от щита). Метод определения координат точек отражения мя-

ча от баскетбольного щита реализуется по специально разработанной структурной схеме (рис. 6).

Определение точек отражения мяча от баскетбольного щита производится с помощью сенсорной панели, выполненной по резистивной технологии. Сенсорная панель (баскетбольный специализированный щит) имеет 8 слоев. Для создания вертикальной плоскости полета мяча применяется лазерный нивелир BoschGLL 2-50P, который устанавливается на штативе позади бросающего спортсмена .



Рисунок 6 – Структурная схема

Для задания и определения координат бросающего спортсмена на площадке (координат точки выпуска мяча) используется разработанный съемный планшет-транспортер. Основание планшета изготовлено из оргстекла толщиной 5 мм и посредством специальных кронштейнов крепится к базовым узлам каркаса передвижного броскового модуля. На основание планшета накладывается съемный транспортер, который изготовлен следу-

ющим образом: на ватмане выполнены изображения транспорта, схема разметки прямоугольника трехсекундной зоны баскетбольной площадки и принятые направления бросков без отражения и с отражением мяча от щита. Направления бросков выполнены из проекции центра основного кольца и проекции вертикальной оси прицеливания на поверхность площадки. Для удобства работы и сохранности от мелких повреждений съемные листы транспортеров ламинированы. Транспорт укомплектован лазерным дальномером BoschGLM 50.

Координаты точек отражения, относящиеся к разным областям кольца, маркированы следующими цветами (рис. 7):

- зеленым цветом (промахи) и желтым (попадания) маркированы координаты точек отражения мяча, траектории полета которых направлены в область ближней дуги;

- красный цвет предназначен для координат точек отражения баскетбольных бросков, поразивших цель без касания мячом обода кольца;

- синим (попадания), серым (промахи) цветом обозначены координаты точек отражения мяча от щита для траекторий, направленных в область дальней дуги;

- черным цветом помечены координаты точек отражения промахов, при которых мяч не касался обода кольца.



Рисунок 7 – Выделенные точки отражения для коррекции

1.3 Выбор пути решения проблемы

В ходе анализа результатов мониторинга информационных ресурсов выяснилось, что нет устройства позволяющего в процессе тренировок корректировать бросок спортсмена, а во время игры вести индивидуальный учет результативности игрока. Для создания системы в баскетболе необходимо знать как движется мяч под углом к горизонту.

Механико-математическая модель полёта мяча в корзину при баскетбольном броске позволяет конкретно определить требования, предъявляемые баскетболисту при выполнении точного броска. Баскетболист должен уметь регулировать следующие параметры: фронтальное направление броска, угол вылета мяча, начальную скорость, а также определенным образом сочетать начальную скорость с углом вылета

Начальные параметры вылета мяча для точного броска находятся в закономерной связи друг с другом. Эта зависимость допускает организацию движения таким образом, что при выборе необходимого для точного броска сочетания начальных угла и скорости вылета мяча спортсмен, ошибаясь в одном из параметров, может исправиться, внося коррективы в другой.

Оптимальный угол выброса мяча зависит от индивидуальных особенностей спортсменов: чем выше способность спортсмена к дифференцировке скорости выброса мяча, тем более пологую траекторию его полета ему целесообразно выбирать. Наоборот, спортсменам, хорошо дифференцирующим направление (угол) броска, можно рекомендовать выполнение бросков с навесной траекторией

Изменение условий бросков (дальности) вызывает изменение в соотношении работы верхних и нижних конечностей: чем больше расстояние, тем раньше относительно толчка ног выполняется собственно бросковое движение и тем короче пауза между выносом мяча в исходное положение и его выбросом

Умение сочетать необходимые угол и скорость вылета мяча — основная заслуга баскетболистов при выполнении точного броска. Ошибки связаны главным образом с отсутствием необходимого сочетания между углом и скоростью вылета мяча.

Результативность и точность выполнения приемов игры, в частности бросков, во многом обусловлены уровнем проявления баскетболистами способности к точной дифференциации основных характеристик движений (пространство, время, усилия), и в частности скорости дифференциации малых по величине мышечных усилий. Разнообразие в тренировке баскетболистов на начальном этапе их подготовки методов и средств, направленных на преимущественное развитие способностей к точной дифференциации мышечных усилий, наилучшим образом содействует положительным сдвигам в способности осознавать величины основных характеристик движения к точной дифференциации мышечных усилий, что значительно способствует росту их спортивного мастерства.

На основе вышесказанной математической модели, перейдем к техническому решению нашей задачи.

2 Алгоритм работы системы

Рассмотрим работу проектируемой системы. Графическая интерпретация схемы работы системы представлена на рисунке 8.

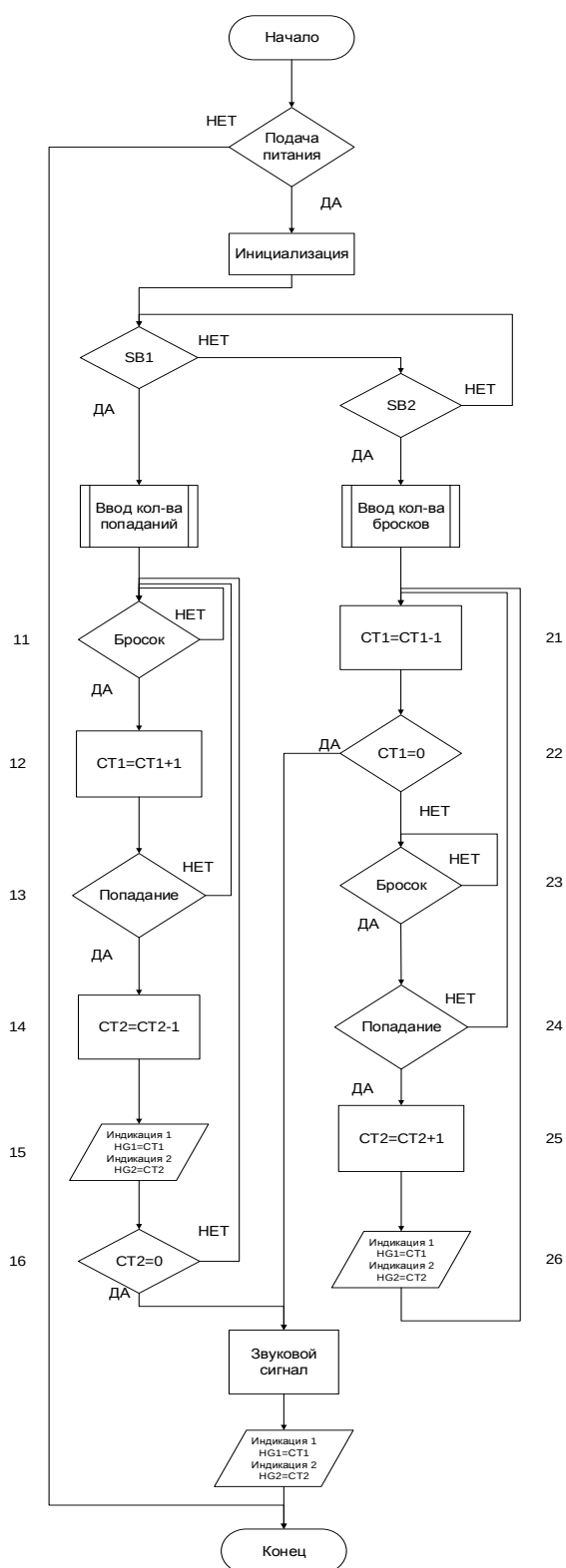


Рисунок 8 – Алгоритм работы системы

При подаче питания осуществляется запуск системы, а именно, происходит инициализация микропроцессора, а также индикации. Инициализация индикации заключается в последовательном включении и отключении всех ее элементов с паузой в 3 секунды, что позволяет отследить неисправности в системе индикации.

После завершения инициализации система ожидает нажатие клавиш.

По нажатию клавиши SB1 система переходит в режим работы «по количеству попаданий». В случае нажатия кнопки SB2 система переходит в режим работы «по количеству бросков».

После нажатия клавиши SB1 пользователю предстоит ввести, сколько попаданий он хочет совершить. Вводится кнопками SB1 и SB2 (SB1 отвечает за минус, SB2 отвечает за плюс). Вводимое число ограничено: не менее 1 и не более 500. Значение CT2 равняется выбранному ранее значению. После выбора происходит включение датчика броска и датчика попадания. Каждому блоку присвоен свой номер. Условие 11 выполняется при получении сигнала с датчика броска, если сигнала нет, возврат к началу блока. В блоке 12 происходит сложение количества бросков ($CT1=CT1+1$). Далее в блоке 13 выполняется условие при получении сигнала с датчика попадания, если сигнала нет, засчитывается промах, возврат к началу блока 11. После в блоке 14 выполняется вычитание попадания ($CT2=CT2-1$). В блоке 15 производится вывод на индикацию значений CT1 и CT2. Далее в блоке 16 проверяется условие о выполнении первоначального условия. Если пользователь попал по кольцу столько, сколько изначально выбрал, то происходит звуковой сигнал в течение 2 секунд об окончании, количество бросков и количество попаданий выводится на индикацию. Если спортсмен не совершил все попаданий, то происходит возврат в начало блока 11.

При нажатии клавиши SB2 система переходит в режим работы «по количеству бросков». Также как и в предыдущем режиме, происходит ввод числа. Следующим действием пользователь выбирает какое количество

бросков он хочет совершить. В блоке 21 происходит вычитание из заданного количества бросков ($CT1=CT1-1$). После в блоке 22 проверяется первоначальное условие, если количество бросков $CT1=0$, то происходит звуковой сигнал в течение 2 секунд об окончании, количество попаданий и количество бросков выводится на индикацию. Если спортсмен не совершил все броски, то действие переходит в блок 23. В блоке 23 условие выполняется при получении сигнала с датчика броска, если сигнала нет, возврат к началу блока. После в блоке 24 происходит проверка условия, если приходит сигнал с датчика попадания, то переходит в блок 25, если нет, возврат в начала блока 21. Далее в блоке 25 выполняется сложение количества попаданий ($CT2=CT+1$). Далее происходит вывод на индикацию значений $CT1$ и $CT2$, после происходит возврат в начала блока 21.

3 Проектирование структурной схемы

3.1 Описание системы по структурной схеме

Структурная схема отображает основные функциональные части изделия, их назначение и основные взаимосвязи. Эта схема служит для общего ознакомления с разрабатываемой системой.

Предлагаемая система регистрации попаданий позволяет вести подсчет количества бросков и попаданий, обеспечивает связь с персональным компьютером.

Для реализации системы регистрации попаданий мяча в баскетбольное кольцо в соответствии с заданием потребуется реализовать следующие структурные компоненты:

- датчик броска;
- датчик попадания;
- контроллер;
- клавиатура;
- индикация;
- сигнализатор;
- интерфейс с персональным компьютером.

Система функционирует следующим образом. Датчик попаданий фиксирует на поверхности баскетбольного кольца. Датчик броска фиксируем на поверхности баскетбольного щита. После запуска системы происходит выбор оператором режима работы при помощи клавиатуры. Сигналы с датчиков подаются на контроллер и обрабатываются встроенным в него аналогово-цифровым преобразователем. По этим данным контроллер вычисляет количество совершенных бросков и количество попаданий в кольцо, выводит оба параметра на индикацию. Блок индикации представляет собой 2 четырехразрядных семисегментных индикатора, расположенных в 2 строки. Информа-

ция на них может выводиться в буквенно-цифровом виде, на сколько это позволяет сегментность индикатора. Сигнализатор оповещает об окончании работы устройства и подается звуковой сигнал длиной в 2 секунды.

В работе измерительного блока предусмотрены два режима: по количеству и на время. Для организации работы в разных режимах и контроля работы устройства в качестве устройства ввода используется кнопочная клавиатура. Она состоит из 2 кнопок: SB1, SB2. Первый режим работы «По количеству бросков». Для этого нужно кратковременно нажать на клавишу SB1. Второй режим работы «По количеству попаданий». Для этого нужно кратковременно нажать клавишу SB2. Все управление системой осуществляет микропроцессорный контроллер, построенный на базе микропроцессора PIC16F876 и содержащий постоянное и оперативное запоминающие устройства. Для связи с персональным компьютером используется интерфейс последовательного канала связи RS232C.



Рисунок 9 – Структурная схема устройства

3.2 Организация связи с персональным компьютером

Организация связи группы микропроцессорных систем с персональным компьютером представлен на рисунке 1.7.

Таким образом, в спортивном зале с баскетбольным кольцом, существует возможность следить сразу за несколькими участниками. Также, выбирать для них индивидуальные задания. Система может масштабироваться как на пару колец, так и на большой зал с большим количеством баскетбольных колец..

Связь с персональным компьютером производится при помощи коммутатора. Kramer VP-14T - Интерфейсное устройство, контроллер коммутатора и масштабатора RS-232.

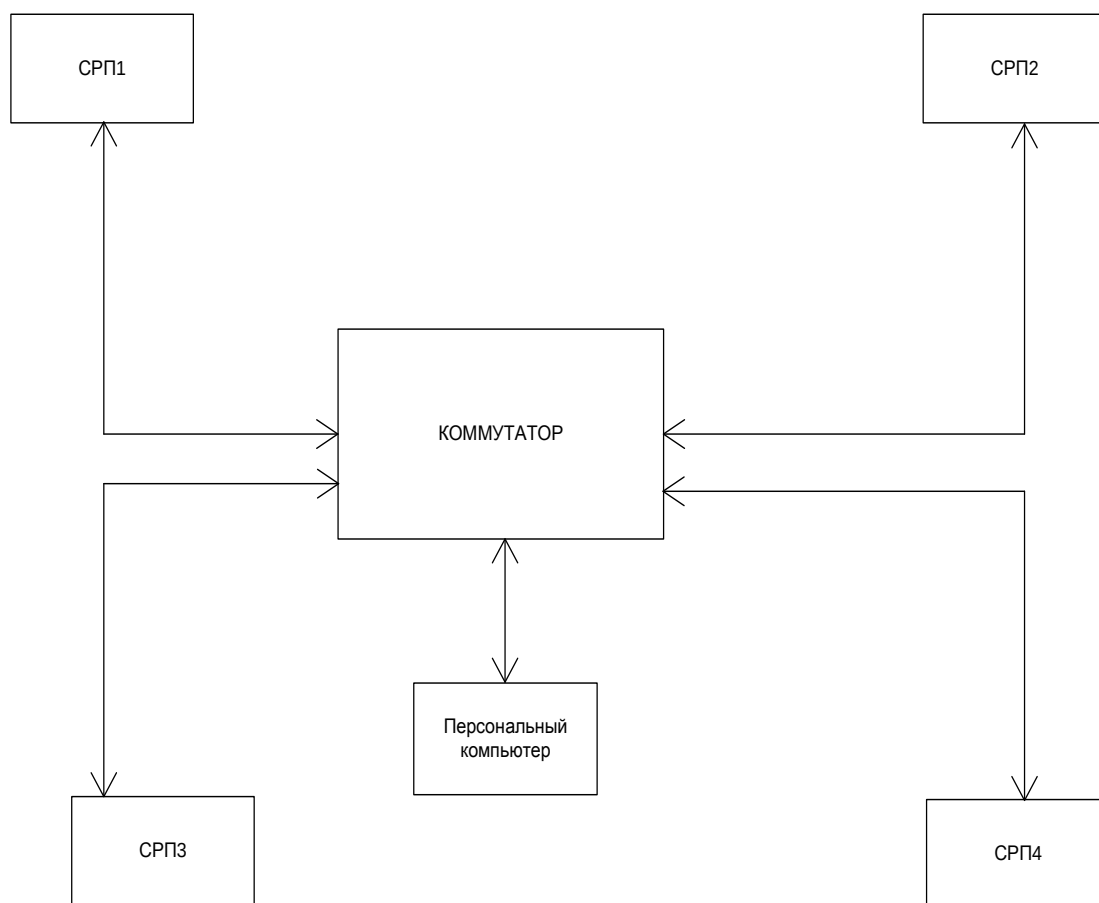


Рисунок 10 – Организация связи с несколькими ПК

4 Разработка электрической принципиальной схемы

4.1 Выбор микроконтроллера и определение стратегии при проектировании

Учитывая тот факт, что система предназначена для сбора, обработки и выдачи информации в виде удобном для человека, можно ставить вопрос о выборе микропроцессора. В простейшем случае, такая система может быть реализована с использованием универсальных микропроцессоров, для которых возникнет необходимость проектирование интерфейсных схем содержащих регистры. При таком подходе устройство ввода/вывода в состав которых будут входить эти регистры, оказывается аппаратно достаточно сложным, но такой подход является классическим и может быть принят на вооружение. При таком подходе необходимо будет определить распределение адресного пространства, как микросхем памяти, так и портов ввода вывода информации. С другой стороны вся система может быть использована с использованием микроконтроллеров, которые имеют в своём составе таймеры, оперативную и постоянную память и имеют порты ввода/вывода информации. Это позволяет аппаратно реализовать систему более простую, но потребует изучение микроконтроллеров и учета особенностей их использования при работе при организации устройств ввода/вывода. В своей работе я буду реализовывать систему регистрации с использованием микроконтроллера. В этом случае, ставится задача с учетом моей структурной схемы построить принципиальную схему системы, выбрав разумным образом микроконтроллер.

4.2 Выбор микроконтроллера

Рынок микроконтроллеров чрезвычайно велик. В предлагаемой работе будем ориентироваться на изучение и применение PIC-микроконтроллеров (Peripheral Interface Controller), выпускаемых с использованием КМОП-технологии фирмой Microchip. PIC-микроконтроллеры фирмы MicroChip завоевали огромную популярность среди разработчиков благодаря низкой стоимости, простоте в освоении и в то же время большому быстродействию и удобной периферии. Наиболее младшие модели, например PIC12C508, имеют всего 25 регистров памяти данных и 512 слов памяти программ, один таймер и не имеют прерываний, однако позволяют создавать достаточно сложные устройства. Во многих случаях вместо нескольких микросхем малой степени интеграции оправдано применение микроконтроллеров, что позволяет сделать устройство не только более дешевым, но и более надежным. В таблице 1 перечислены некоторые модели и приведены их краткие характеристики. Все модели содержат WatchDog таймер.

Присутствие в наименовании микроконтроллера буквы F обозначает наличие FLASH-памяти программ, буква C обозначает использование CMOS-технологии (комплементарная металл-окисел-полупроводник технология). Для большинства разновидностей микроконтроллеров PIC напряжение питания составляет от 4 до 5.5 вольт если микросхема не имеет символа L в своём наименовании и от 2 до 5.5 вольт если буква L присутствует в наименовании. Через тире после наименования прибора может располагаться дополнительная информация так, как это поясняется ниже.

(Наименование)–(рабочая частота)(температурный диапазон)/(корпус).

Рабочая частота: 04 обозначает 4МГц; 20 обозначает 20МГц.

Таблица 1 - Основные свойства некоторых моделей PIC-контроллеров.

Наименование	Память программ	RAM	F, МГц	I/O	Timer	CCP/PWM	Интерфейс	Выводов	Примечание
PIC12C508	512x12	25	4	6	1	–	–	8	–
PIC12C671	1024x14	128	10	6	1	–	–	8	4x8 бит АЦП
PIC1400	4096x14	192	20	22	2	–	ИСх2	28	8x16 бит АЦП
PIC16C54	512x12	25	20	12	1	–	–	18	Uпит=2.5...5 В
PIC16C61	1024x14	36	20	13	1	–	–	18	–
PIC16C62A	2048x14	128	20	22	3	CCP	ИС/SP1	28	–
PIC16F84	1024x14	68	10	13	1	–	–	18	Flash ПЗУ+Flash данных 64 байта
PIC16F876	8192x14	256	20	22	3	CCP, PWM	ИС/SPI/US ART	28	Flash ПЗУ+Flash данных 256 байт

Температурный диапазон: I обозначает промышленный диапазон, равный -40°C...+85°C, символ b или отсутствие символа соответствует коммерческому диапазону температур: 0°C...70°C.

Корпус: буква P обозначает пластмассовый корпус типа DIP.

Все PIC-микроконтроллеры легко электрически перепрограммируются, функционально закончены, имеют минимальные размеры, высокую производительность, используют все достижения современной технологии, в них используется хорошо развитая RISC-архитектура. Все контроллеры на основе

этого ядра аналогичны, поэтому программы, написанные для данного контроллера, могут быть легко перенесены на более простой кристалл, если конечно они не используют отсутствующую у него периферию.

Младшие модели построены на основе ядра PIC12, развитие которого дало ядро PIC16, в котором предусмотрено несколько источников прерываний и расширены адресные пространства программ и данных.

При выборе микроконтроллера нужно учесть тот факт, что быстродействие в данной системе может быть невысокое, разрядность операндов также невысокое, поэтому целесообразно сделать выбор среди множества восьмиразрядных контроллеров. Для разработки системы в этой работе был выбран микроконтроллер PIC16F876 на основе ядра PIC16, как имеющий достаточно развитую периферию (Рисунок 11).

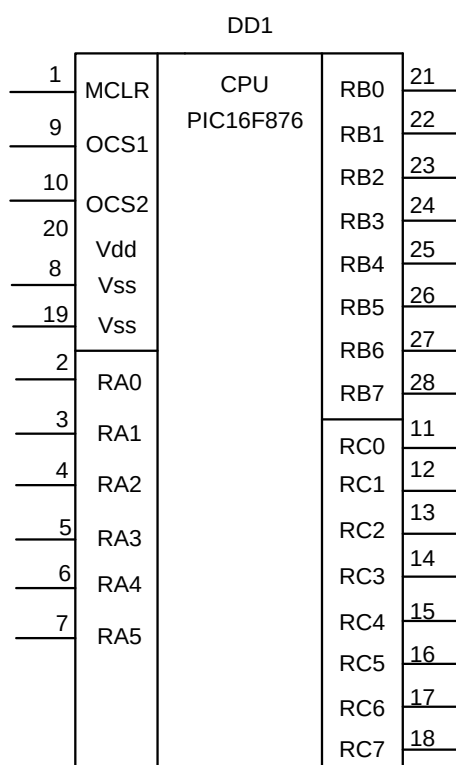


Рисунок 11 - Микроконтроллер PIC16F876

4.3 Общие характеристики и архитектура микроконтроллера

Структурная схема контроллера приведена на рисунке Рисунок 12. Согласно RISC архитектуре, контроллер имеет отдельную память программ и данных. Все периферийные устройства адресуются как регистры памяти данных.

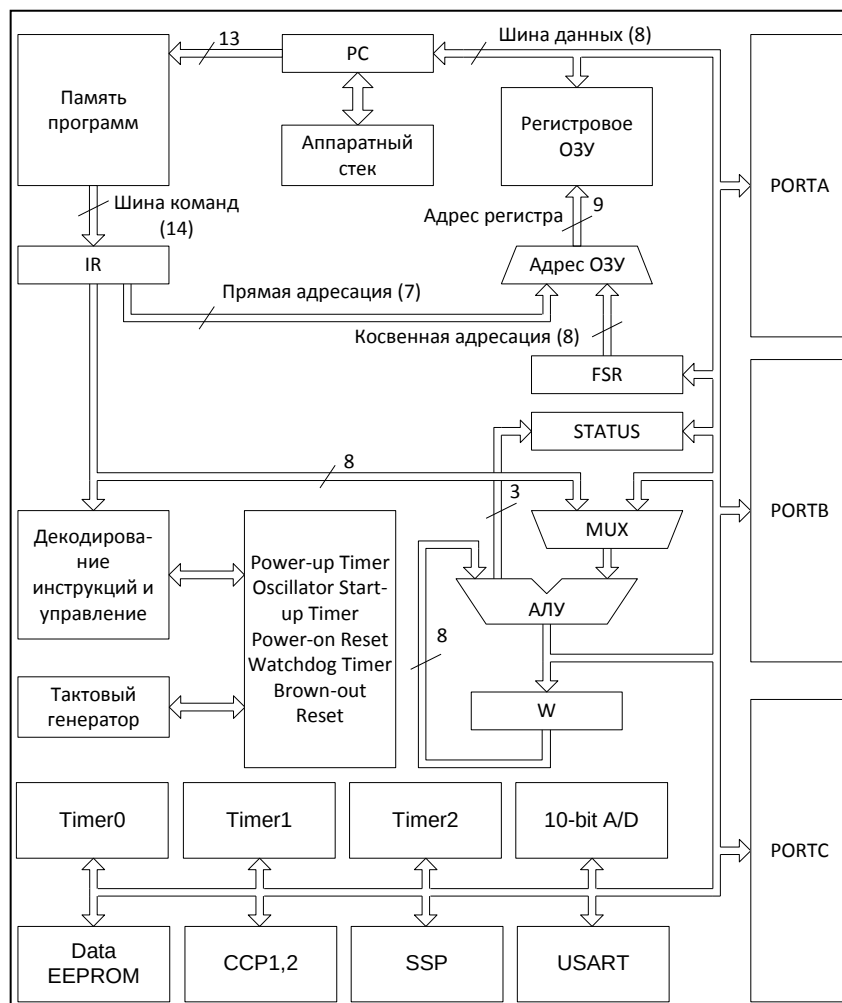


Рисунок 12 - Структурная схема микроконтроллера PIC16F876

Счётчик команд (PC) и регистр статуса (STATUS) также имеют свои адреса и доступны как регистры.

Память данных является регистровым файлом, так что любая ячейка доступна как регистр с определенным номером. Так как прямая адресация не

дает возможности адресовать всю память данных одновременно, память разбита на четыре блока по 128 байт, причем адреса с 00h по 20h (h-символ шестнадцатеричной системы) всех страниц памяти зарезервированы под управляющие регистры. Номер страницы задается двумя битами в регистре STATUS. Наиболее значимые регистры имеют дубликат во всех страницах памяти. Кроме прямой адресации реализована косвенная адресация с использованием специального регистра косвенного адреса FSR. Кроме того, в адресах 070h:07fh, 0f0h:0ffh, 170h:17fh, 1f0h:1ffh у микроконтроллера PIC16F876 находится общая для всех страниц память данных пользователя, что позволяет определять общие переменные. Структура памяти данных представлена на рисунке 13.



Рисунок 13 - Память данных

Память программ недоступна программно, за исключением некоторых контроллеров, в том числе и 16F876, где с помощью специальных регистров в памяти данных с использованием косвенной адресации можно производить чтение и даже запись в память программ. Память программ разбита на страницы размером 2048*14 бит, переход между страницами выполняется с использованием специального регистра PCLATH. При любом сбросе управление передается на адрес 0000h, при прерывании – на 0004h.

Стек реализован аппаратно, в нем сохраняется только адрес возврата. При обработке прерывания это требует специального сохранения статусного регистра и регистра W.

Все арифметические операции производятся с использованием регистра W, не имеющего своего адреса. Результат операции может либо сохраняться в регистре W, либо записываться на место другого операнда.

Периферия контроллеров всегда содержит порты ввода/вывода, побитно настраиваемые на прием или передачу информации, вход прерывания и вход сброса. Контроллер PIC16F876 кроме того содержит два дополнительных таймера с возможностью захвата содержимого по фронту входного сигнала, сравнения значения таймера со значением CCP1 и широтно-импульсной модуляции, модули синхронного интерфейса и универсального синхронно/асинхронного последовательного интерфейса, 10-битный АЦП с пятью входами и перепрограммируемую электрически память данных на 128 байт.

Как правило, все контроллеры имеют встроенный WatchDog Timer, предназначенный для сброса контроллера в случае зависания или сбоя программы, сброс по включению питания и задержку для стабилизации работы тактового генератора, причину сброса можно узнать по состоянию регистра STATUS. Имеется также бит защиты для запрета считывания содержимого ПЗУ программы.

Контроллер PIC16F876 имеет несколько дополнительных особенностей, таких как, сброс при уменьшении напряжения питания ниже допустимого, отдельные биты защиты для младшей и старшей половин ПЗУ, а также возможность программирования при напряжении питания 5 вольт без второго источника питания.

Потребляемый микроконтроллером от источника ток существенно зависит от режима работы и частоты синхронизации. При частоте синхронизации 20 мГц микроконтроллер PIC16F876-20 потребляет ток до 20мА, а на ча-

стоте 4мГц он потребляет 2мА, а микроконтроллер PIC16F876-04 на частоте часового кварца (примерно 32кГц) потребляет ток менее 53мкА. Если микроконтроллер переведён в режим SLEEP, то потребляемый ток уменьшается до уровня в 1мкА.

На выполнение любой команды требуется четыре такта синхронизации, за исключением команд ветвления, которые при невыполнении условия требуют еще четыре такта для исполнения команды NOP вместо пропускаемой команды.

По выходам нагрузочная способность PIC16F876 составляет 20-25мА как при втекающем, так и при вытекающем токе. Но одновременно с большого числа выходов получить такой ток нельзя. Необходимо учитывать ограничения на мощность рассеивания микросхемой (1 Ватт) и ограничения на ток через контакты питания. Максимальный ток через контакт подачи Vss равен 300мА, а через контакт подачи Vdd равен 250мА. Суммарный максимальный ток через выводы портов PORTA, PORTB не должен превышать 200мА.

4.4 Система команд микроконтроллера

Ядро PIC16 реализует 35 микроопераций, разбитых на три группы: байтовые арифметико-логические операции, операции работы с битами и операции управления и работы с константами. В байтовых операциях одним аргументом является регистр W, второй аргумент задается номером регистра f, а результат может быть помещен либо в регистр W, если параметр d=0, или на место второго аргумента, если d=1. Битовые операции выполняются с каким-либо регистром f и его битом b. Операции BTFSC и BTFSS при выполнении условия блокируют выполнение следующей операции, что позволяет организовывать ветвления парой операций BTFSC f,b; goto k. Операции DECFSZ и INCFSZ после выполнения операции проверяют флаг Z, и если он

равен 1, также блокируют выполнение следующей операции, что позволяет легко организовывать циклы. Операции управления требуют адреса а, максимум 10-ти разрядного, а операции работы с константами требуют задания восьмибитной константы k. Поскольку у контроллера 16F876 объем памяти программ составляет 8К*14 бит, при выполнении переходов учитываются старшие биты адреса в регистре PCLATH. Краткое описание команд приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Набор инструкций PIC16F876

Мнемокод	Код операции	Флаги	Операция
Байтовые операции			
ADDWF f,d	000111dffffff	C,DC,Z	W+f
ANDWF f,d	000101dffffff	Z	W AND f
CLRF f	0000011ffffff	Z	Обнуление f
CLRW	0000010xxxxxxx	Z	Обнуление W
COMF f,d	001001dffffff	Z	Инверсия f
DECF f,d	000011dffffff	Z	f-1
DECFSZ f,d	001011dffffff		f-1, пропуск если 0
INCF f,d	001010dffffff	Z	F+1
INCFSZ f,d	001111dffffff		F+1, пропуск если 0
IORWF f,d	000100dffffff	Z	W OR f
MOVF f,d	001000dffffff	Z	W=f если d=0, иначе f=f
MOVWF f	0000001ffffff		F=W
NOP	0000000xx00000		Пустая операция
RLF f,d	001101dffffff	C	Левый сдвиг f через C
RRF f,d	001100dffffff	C	Правый сдвиг f через C
SUBWF f,d	000010dffffff	C,DC,Z	f-W
SWAPF f,d	001110dffffff		Перестановка половин f
XORWF f,d	000110dffffff	Z	W XOR f
Битовые операции			
BCF f,b	0100bbbffffff		Сброс бита b регистра f
BSF f,b	0101bbbffffff		Установка бита b в f
BTFSC f,b	0110bbbffffff		Пропуск если f[b]=0
BTFSS f,b	0111bbbffffff		Пропуск если f[b]=1
Операции управления и работы с константами			
ADDLW k	11111xkkkkkkkk	C,DC,Z	W=W+k
ANDLW k	111001kkkkkkkk	Z	W=W AND k
CALL k	100kkkkkkkkkk		Вызов подпрограммы
CLRWDI	00000001100100	TO,PD	Сброс WatchDog timer
GOTO k	101kkkkkkkkkk		Переход по адресу
IORLW k	111000kkkkkkkk	Z	W=W OR k
MOVLW k	1100xxkkkkkkkk		W=k
RETFIE	0000000001001		Возврат из прерывания
RETLW k	1101xxkkkkkkkk		Возврат, W=k
RETURN	00000000001000		Возврат из подпрограммы
SLEEP	00000001100011	TO,PD	Переход в режим SLEEP
SUBLW k	11110xkkkkkkkk	C,DC,Z	W=k-W, флаги C и DC установ-
XORLW k	111010kkkkkkkk	Z	W=W XOR k

4.5 Основные периферийные устройства микроконтроллера, организация ввода-вывода

Любой PIC-микроконтроллер содержит по крайней мере один таймер: восьмибитный таймер Timer0, который может подсчитывать либо импульсы внутреннего генератора, либо импульсы на входе RA4/T0CLK. При переполнении таймер генерирует прерывание. На входе таймера может быть включен делитель с коэффициентом от 2 до 256, либо тот же делитель может быть подключен к сторожевому таймеру, тогда Timer0 подсчитывает импульсы без деления. Текущее значение таймера может быть прочитано в регистре TMR0 по адресу 01h и может быть установлено в том же регистре. При этом если делитель подключен к таймеру, его значение обнуляется. Все параметры таймера устанавливаются в регистре OPTION_REG.

Шестибитный двунаправленный порт ввода-вывода PORTA управляется двумя регистрами: PORTA с адресом 05h и TRISA с адресом 85h. Регистр TRISA позволяет задавать направление обмена для каждого бита порта: если соответствующий бит установлен в 1, разряд является входным, а если в 0 – выходным. При этом состояние соответствующей ножки микросхемы берется из бита регистра PORTA. При считывании регистра PORTA происходит считывание данных с входов порта, то есть если разряд сконфигурирован на ввод информации, произойдет считывание состояния входа, если на вывод – считывание предыдущей информации. Необходимо учитывать, что разряд порта RA4 не формирует высокого уровня, т.е. это выход с «открытым истоком». Этот вывод микросхемы имеет один защитный диод, не допускающий подачи на вывод отрицательного напряжения. Остальные выводы портов имеют по два защитных диода, ограничивающих возможное напряжение на выводах в пределах от нуля до напряжения питания. Этот порт существует у всех контроллеров, но необходимо помнить, что если имеются другие устройства, подключенные к тем же выводам, то они могут отключать соот-

ветствующие разряды порта. Так, в контроллере PIC16F876 по умолчанию после включения питания выводы порта являются входами АЦП, так что для работы с портом необходимо отключить АЦП.

Порт В - это двунаправленный восьмиразрядный порт, имеющийся у всех контроллеров. Он управляется регистрами TRISB с адресом 86h и PORTB с адресом 06h. Регистр TRISB аналогично подобному регистру порта А поразрядно задает направление обмена: 0 – на вывод и 1 – на ввод информации. Кроме того, PORTB имеет дополнительные возможности: в регистре OPTION_REG может быть включена подтяжка входов к уровню напряжения питания внутренними резисторами, а в регистре INTCON можно разрешить прерывания при изменении состояния на входах RB4..RB7. Если необходимо использовать RB0/INT как вход прерывания, он должен быть сконфигурирован как вход, т.е. в регистре TRISB должен быть установлен нулевой разряд. У контроллера PIC16F876 некоторые выводы используются при низковольтном программировании, для их использования необходимо отключить эту возможность в слове конфигурации.

Порт С двунаправленный порт, каждый разряд которого может быть настроен на ввод информации установкой соответствующего бита регистра TRISC в 1 или на вывод информации при установке бита в 0. Регистр TRISC имеет адрес 87h, регистр PORTC – 07h.

4.6 Организация индикации

Кроме одиночных световых индикаторов в микропроцессорных устройствах часто применяют знакосинтезирующие матрицы, которые еще называют цифровыми индикаторами. Простейшим примером цифрового индикатора может служить так называемый семисегментный индикатор. Он широко применяется в самых разных устройствах цифровой техники: от калькулятора, до электронных часов. Семисегментный индикатор представ-

ляет собой матрицу из семи светодиодов продолговатой формы, размещенных таким образом, чтобы, зажигая их в разных сочетаниях, можно было бы отобразить любую десятичную цифру (имеются в виду арабские цифры от 0 до 9). Кроме семи основных сегментов индикатор чаще всего дополняют восьмым маленьким сегментом, который предназначен для отображения десятичной точки (запятой). Расположив в ряд несколько таких индикаторов, можно отображать любое десятичное число с плавающей запятой.

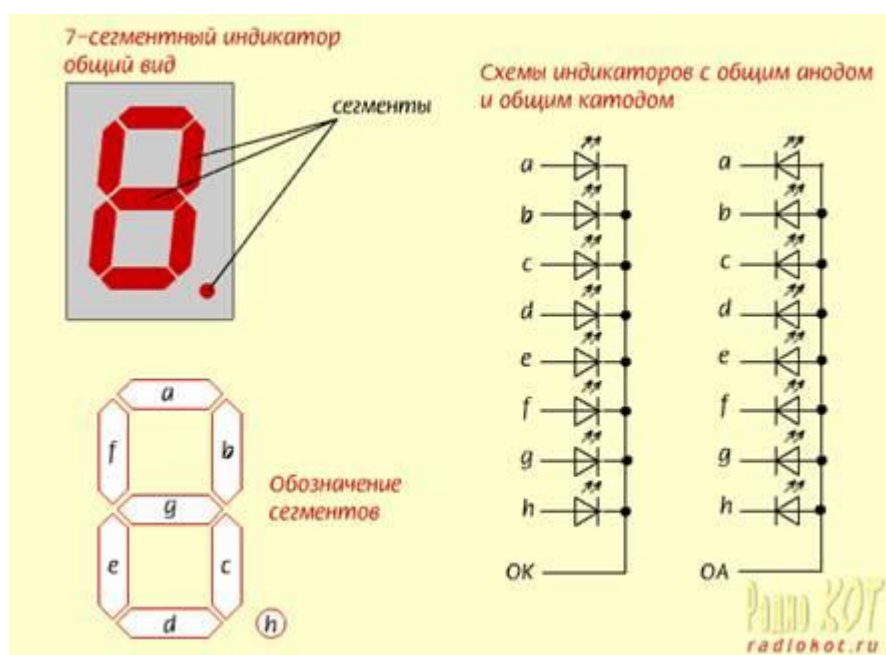


Рисунок 14 - устройство 7 сегментного светодиодного индикатора

Каждый светодиод в индикаторе имеет свой буквенный идентификатор (a, b, c, d, e, f, g, h), и одна из ножек светодиода подключена к соответствующему внешнему выводу. Вторые ножки всех светодиодов соединены вместе и подключены к общему выводу. Этот общий вывод определяет тип индикатора: с общим катодом или с общим анодом.

Подключение индикатора к микроконтроллеру осуществляется весьма просто: обычно индикатор подключают как семь или восемь (если используется десятичная точка) независимых светодиодов.

По внутренней схеме включения семисегментные индикаторы подразделяются на индикаторы с общим анодом и индикаторы с общим катодом. Схемы обоих видов индикаторов приведены на рис.14. В первом случае на общий провод подается плюс источника питания, а во втором минус.

Так же, как и для отдельных светодиодов, существует широкая гамма различных модификаций семисегментных индикаторов. Они отличаются друг от друга размерами, цветом свечения, яркостью, расположением выводов. Существуют двухцветные семисегментные индикаторы, многоразрядные матрицы и так далее. Применение простейших цифровых светодиодных индикаторов самый недорогой способ заставить микропроцессорное устройство отображать цифры.

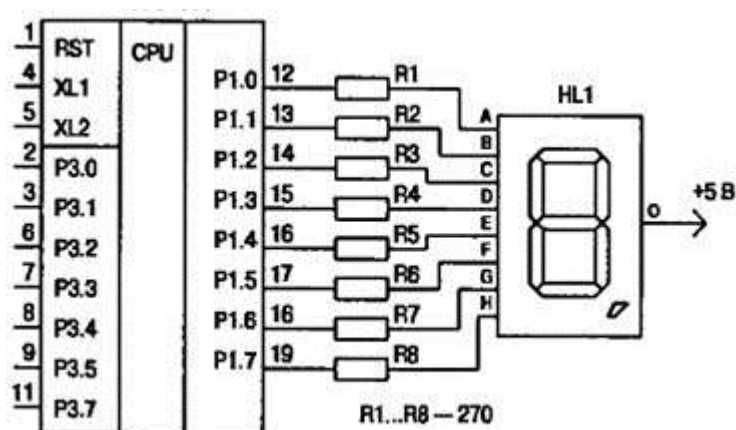


Рисунок 15 - Пример подключения 7-сегментного индикатора

Типичный способ подключения нескольких индикаторов состоит в том, чтобы включить их параллельно и затем управлять протеканием тока через общие выводы отдельных индикаторов. Так как величина этого тока обычно превышает допустимое значение выходного тока МК, то для управления током включаются дополнительные транзисторы, которые выбирают, какой из индикаторов будет находиться в активном состоянии.

Работа цифрового индикатора в режиме динамической индикации очень напоминает смену кадров в фильме. В момент времени работает только

один разряд. И каждый разряд показывает свою цифру. Разряды включаются по очереди, начиная с первого и заканчивая последним. Затем все начинается сначала. Такой способ работы индикатора имеет только одно преимущество: он позволяет экономить выводы микропроцессора и количество управляющих элементов (ключей).

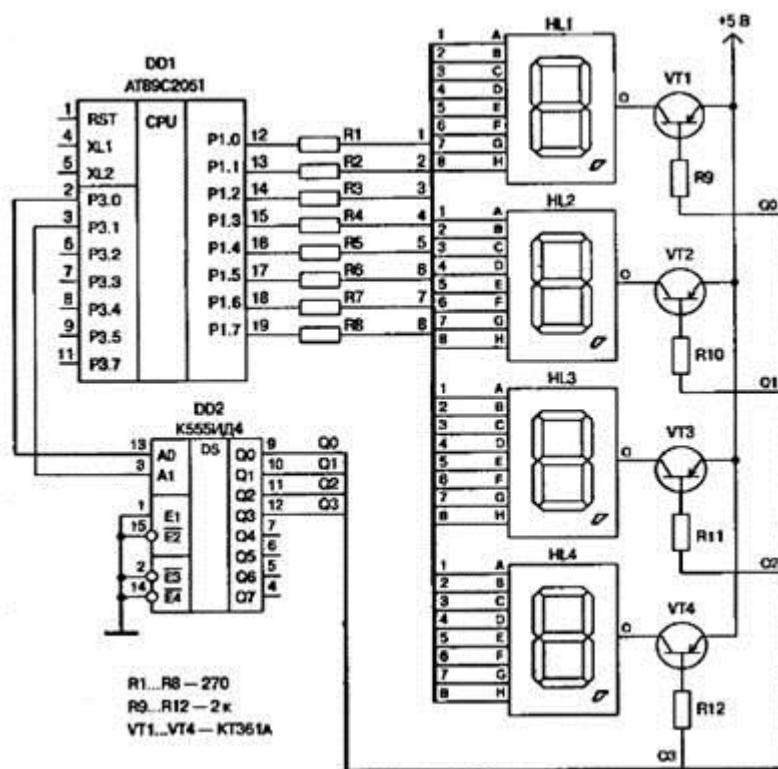


Рисунок 16 - Пример подключения к микроконтроллеру четырех 7-сегментных индикаторов.

В схеме, изображенной на рисунке 16, микроконтроллер выдает данные для индикации, последовательно переходя от одного индикатора к другому. Каждая цифра будет высвечиваться в течение очень короткого интервала времени. Это обычно выполняется с помощью подпрограммы обслуживания прерываний таймера. Чтобы избежать мерцания изображения, подпрограмма должна выполняться со скоростью, обеспечивающий включение индикатора, по крайней мере, 50 раз в секунду. Чем больше цифр, тем чаще должны следовать прерывания от таймера. Например, при использовании восьми ССИ цифры должны выводиться со скоростью 400 раз в секунду.

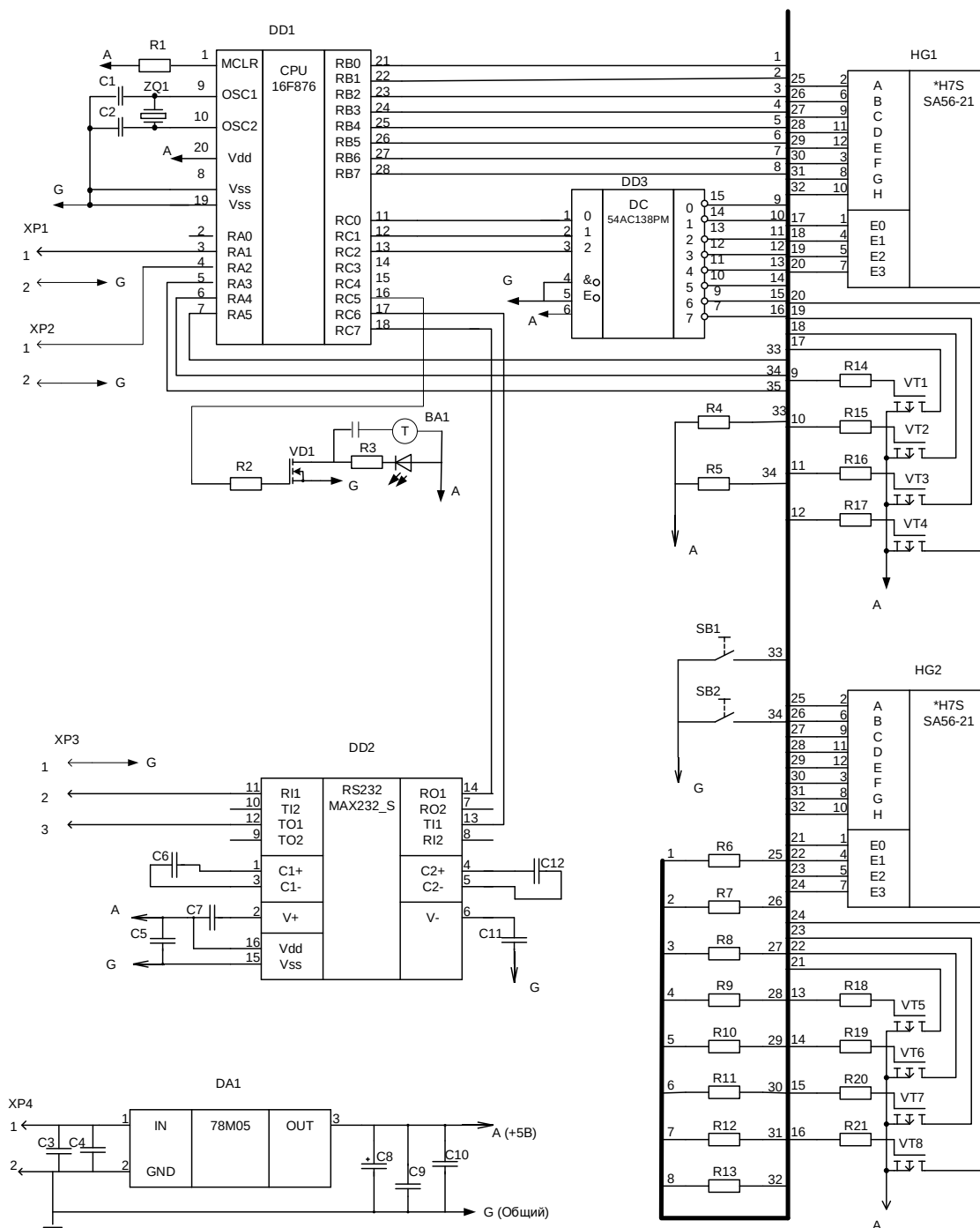
5 Описание схемы электрической принципиальной микропроцессорного блока

5.1 Микропроцессорный блок

Принципиальная схема представлена на рисунке и чертеже в приложении. Система состоит из: контролера DD1; микросхемы интерфейса RS232 DD2; дешифратора DD3; семисегментных индикаторов HG1, HG2; микросхема стабилизатора DA1; большого количества резисторов и транзисторов; клавиатуры, содержащей клавиши SB1, SB2. Контроллер PIC16F876 при подаче питания автоматически формирует сигнал «сброс» и начинается работа системы. К контроллеру подключен резонатор ZQ1, рядом с которым расположены, конденсаторы небольшой емкости. Это позволяет обеспечить работу контроллера со стабильной частотой, соответствующей частоте резонанса этого резонатора. Конденсаторы обеспечивают более уверенный запуск генератора. Происходит инициализация системы. В этом случае на индикацию выводятся соответствующее исходное состояния. Далее с помощью кнопок SB1 и SB2 выбирается режим работы системы и происходит запуск. Информация о событиях, то есть, о попадании мяча и совершении броска, поступает через контакты разъемов XP1, XP2. Реагируя на события, контроллер выполняет подсуммирование числа бросков и числа попаданий в соответствующие счетчики, что отражается на индикации. Причем индикатор реализован на двух четырех разрядных семисегментных индикаторах, созданных по светодиодной технологии. В этом случае, индикаторы будут потреблять несколько большую мощность, но за-то яркое свечение индикаторов будет заметно с большого расстояния в условиях недостаточной освещенности. Индикация реализована по динамическому типу: в каждом индикаторе имеется 4 разряда, суммарно в двух индикаторах 8 разрядов. Они обрабатываются контроллером для вывода информации следующим образом. Контроллер готовит к

выводу сигналы управления всеми восемью сегментами всех индикаторов, но с порта RC0, RC1, RC2 формируются сигналы, которые поступают на дешифратор DD3, у которого только на одном из выходов формируется активный сигнал, то есть 0. Если этот ноль формируется на верхнем выходе, (при нулевой комбинации на входах) то в этом случае включается транзистор, соответствующий младшему разряду индикатора HG1, который подает питающее напряжение на вход разрешения работы младшего разряда в виде сигнал E0. Соответствующий разряд светится, но через какое-то время, определяемое программой, прошитой в контроллере, происходит переключение информации. Тогда на все сегменты обоих индикаторов поступает другая информация, соответствующая соседнему разряду индикатора. На дешифратор DD3 поступает комбинация 0 0 1, в результате на HG1 второй разряд обслуживается, с подачей соответствующим транзистором, на вход E1 напряжения питания 5В. Таким образом, с помощью соответствующих транзисторов обслуживаются все разряды обоих индикаторов, но по очереди. Поэтому, частота, с которой надо обеспечить динамическое обслуживание всех индикаторов, должна быть больше числа разрядов 8 на минимальную частоту, при которой человеческий глаз воспринимает изображение, как непрерывно светящееся, то есть на 8. Минимальная частота, с которой можно обслуживать эту индикацию- 64 Гц. Лучше это организовывать с избытком, например, 100 Гц и тп. После того как выбранный режим заканчивается, контроллер останавливает счет, подает сигнал на динамик VD1 и на соответствующий светодиод. В результате динамик, благодаря тому, что контроллер формирует импульсы, начинает гудеть, а светодиод светится, что указывает на окончание режима. В этом случае на индикацию HG1 и HG2 выводится соответствующее количество попаданий и бросков. Микросхема стабилизатора напряжения DA1 позволяет формировать из входного напряжение 12В требуемое напряжение питания равное 5В. Это позволяет осуществлять питание всей системы с использованием, например, автомобильного аккумулятора, а мик-

росхема DD2 позволяет считывать информацию в персональный компьютер с использованием RS232.



Контакт 8 микросхемы DD3 подключить к шине G
Контакт 16 микросхемы DD3 подключить к шине A +5B

Рисунок 17 – Схема электрическая принципиальная

5.2 Индикация

Суть статической индикации заключается в постоянном подсвечивании индикатора от одного источника. То есть мы просто должны подключить индикатор к портам микроконтроллера, настроить эти порты на выход и записать в эти порты данные так, чтобы на индикаторах высветилось что-то вразумительное, и соответственно менять значения в портах при необходимости. Теперь подсчитаем, сколько необходимо выводов микроконтроллера для вывода восьмизначного числа $8 \text{ (порядок числа)} * 8 \text{ (количество выводов для одного разряда)} = 64$. Чтобы уменьшить количество необходимых выводов в моей работе применяется динамическая индикация.

Сущность динамической индикации заключается в поочередном включении индикаторов через общую цепь преобразования кода. Подключение индикаторов необходимо производить с частотой $f=120\dots140$ Гц, такой частоты достаточно, чтобы не замечать мерцания индикаторов.

Преимущество данного способа ощутимо при числе разрядов больше 4...6. Схема с динамической индикацией потребляет меньший ток, имеет меньшие габариты и меньшую стоимость, требует меньшего количества выводов микроконтроллера.

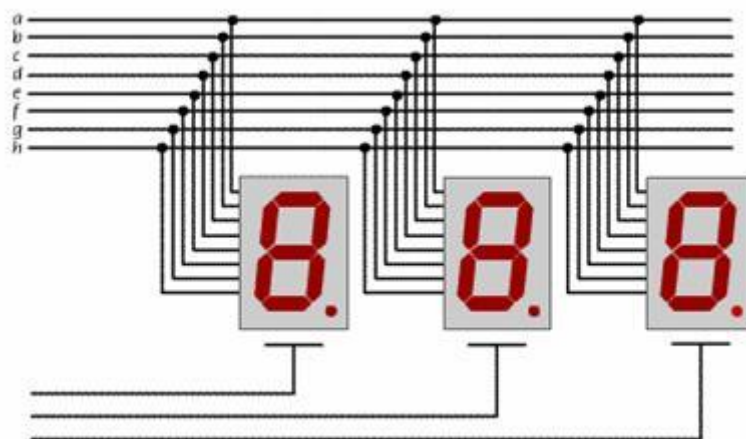


Рисунок 18 – Принцип работы динамической индикации на следующей схеме

Здесь три индикатора, принципиально, что все они подключены к одной шине данных, то есть сегменты, которые мы подсвечиваем, для любого индикатора задаются одними и теми же выводами микроконтроллера. А текущий индикатор, для которого мы выводим нужную информацию, задаётся адресным входом, и в любой момент времени может быть подключен либо один индикатор, либо не подключено ни одного.

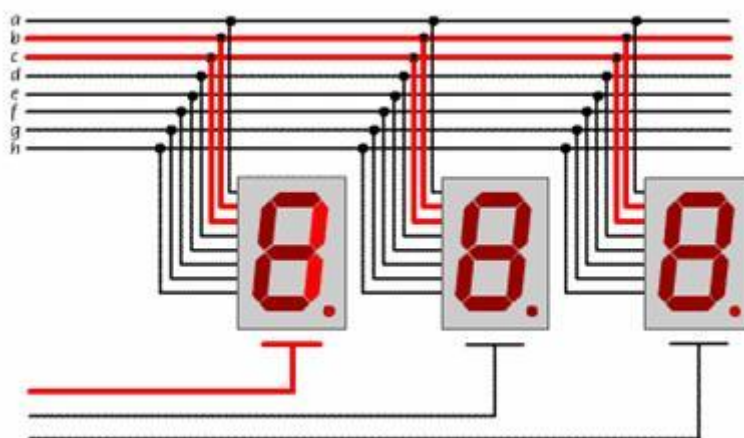


Рисунок 19 – Шаг 1. Текущим является первый индикатор, на него мы выводим единицу

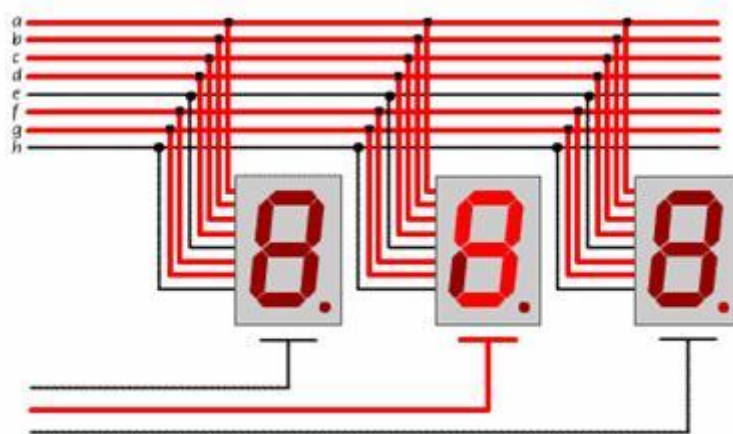


Рисунок 20 – Шаг 2. Текущим является второй индикатор, на него мы выводим девятку

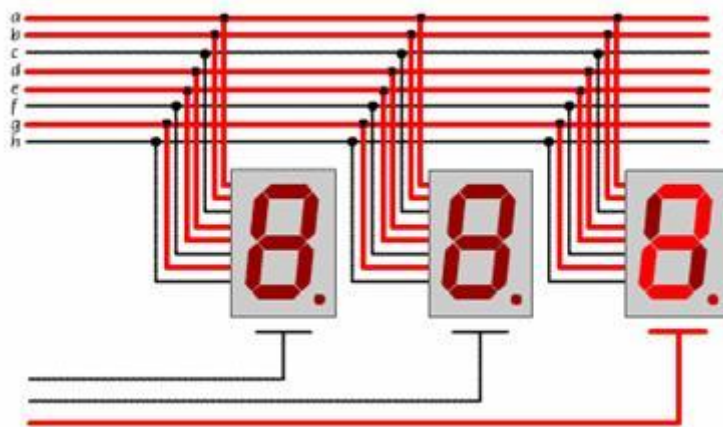


Рисунок 21 – Шаг 3. Текущим является третий индикатор, на него мы выводим 2

За счёт того, что длительность каждого шага мала, мы видим не по очереди выводимые на разные индикаторы цифры 1, 9, 2, а число 192. Естественно, что при этом яркость индикаторов может несколько снизиться, особенно, если между индикациями мы проводим какие-либо длительные по времени действия.

6 Описание датчиков системы

Предполагается использование в качестве датчиков системы пар светодиод с инфракрасным излучением и микросхемы TSOP17.

Таблица 3 – Параметры моделей TSOP17.

Модель	Частота	Модель	Частота
TSOP1730	30 кГц	TSOP1733	33 кГц
TSOP1736	36 кГц	TSOP1737	36,7 кГц
TSOP1738	38 кГц	TSOP1740	40 кГц
TSOP1756	56 кГц		

Требуется всего две разновидности датчиков для решения проблемы. Первый датчик должен определить реализовано ли попадание мяча в корзину. Для этой цели на кольце располагаются с одной стороны светодиод, с другой стороны фотоприемник в виде микросхемы TSOP. Если мяч попадает в корзину, то в этом случае прерывается поток света в сторону микросхемы TSOP и формируется на ее выводе соответствующий сигнал. Предполагается что эта аппаратура будет автономна и реализована на другом контроллере, поэтому в данной работе эта часть не рассматривается. Более сложная задача определить бросил спортсмен мяч или нет. Проблема в том, что могут быть разные варианты исхода события «Бросок по кольцу». Допустим спортсмен бросил мяч и не добросил до места, которое находится в активной зоне датчика, то есть вблизи баскетбольного щита с кольцом. Предполагается, что такие броски не будут учитываться, потому что тогда возникает необходимость строить более сложные системы определения, бросил ли спортсмен мяч или нет. Например, можно использовать для этой цели радиоканал, расположив на руке спортсмена соответствующий радиомаяк. Второй вариант использование телекамер. Это усложняет конструкцию. Предлагается другой путь

решения такой проблемы. Считаем, что если спортсмен просто бросил мяч, не целясь, или, не достигая активной зоны, то этот мяч учитываться не будет. Но перед корзиной, на пути возможного движения мяча располагается сетка из светодиодных лучей, которые формируют световые сигналы поступающие на микросхему TSOP, то есть на фотоприемник. Организация такой световой доски, которая невидима, возможна с применением выборных микросхем, поскольку расстояние приема информации с ИК излучателем при использовании TSOP, может достигать десятков метров. Таким образом, если организовать сетку с использованием светоизлучающего диода с инфракрасными лучами, с отражающими поверхностями, то можно перекрыть возможный путь движения мяча в том случае, если мяч хотя бы попадет в щит расположенный за кольцом. Эта попытка засчитывается и размер такой световой преграды будет соответствовать размеру или чуть больше щита, на котором расположено кольцо, что вполне реализуемо с заданным фотоприемником. Чем же интересна эта микросхема фотоприемника, которая находит широкое применение? Эта серия микросхем, в данном случае конструктивно одинаковых, но имеющие и другие варианты, которые отличаются друг от друга рабочей частотой, на которую они настроены. Проблема в том что, если просто прерывать поток непрерывного света, то в этом случае всякая световая за- светка (от солнца, от ламп итп). Может быть воспринята как сигнал. Поэтому для организации таких систем (при передаче информации для управления тем же телевизором или какой либо другой аппаратурой) использует модуляцию. Световой поток, который устремляется от ИК светодиода, не подается непрерывно в течение какого либо времени или быть может в течение всего рабочего времени, а подается в виде световых сигналов с высокой частотой.



Рисунок 22 – Схема датчика

В данном случае, например, для TSOP1730 эта частота будет составлять 30 кГц. В этом случае световые помехи с меньшей частотой приниматься фотоприемником не будут и никак не отразятся на полезном сигнале. Собственно микросхема и осуществляет преобразование этого сигнала. Принимая частоту, настраиваясь на эту частоту, поскольку имеет внутренний фильтр. Микросхема преобразует поток импульсов с частотой, допустим, 30 кГц в непрерывный уровень логической единицы на выходе, пока присутствуют сигналы заданной частоты. Прекращается подача сигнала – сигнал на выходе меняет свое состояние на противоположное, то есть на выходе наблюдаем сигнал похожий на формируемый обычной механической кнопкой. Нажали – равно 1, отпустили – равно 0. Таким образом, можно исключить воздействия оптических помех возможные и выделить полезный сигнал.

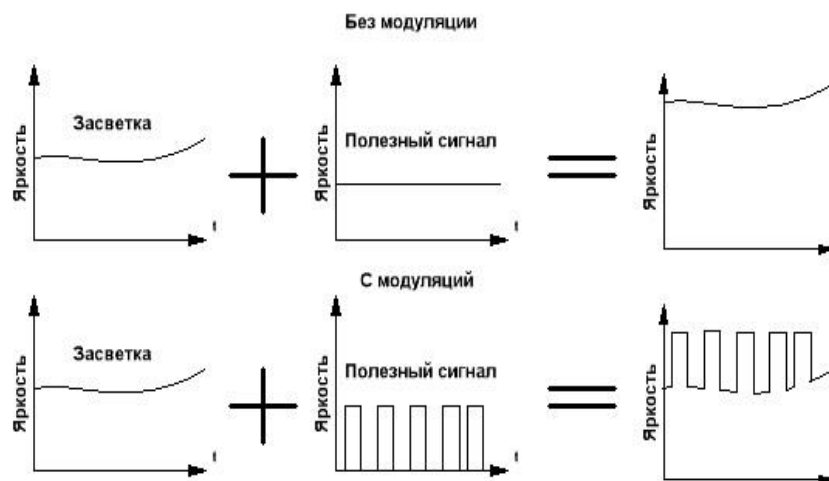


Рисунок 23 – Выделение полезного сигнала

При пересечении путем потока световых лучей происходит формирование соответствующего сигнала и контроллер принимающий эту информацию срабатывает. Но следует учитывать один момент: микросхема настроена таким образом, что подача сигнала с частотой даже рабочей например, 30 кГц длительное время приводит к тому, что микросхема автоматически выходит на режим приема фактически сигнала помехи, то есть воспринимается микросхемой как сигнал помехи. Следовательно, отфильтровывает этот сигнал и не реагирует на него, то есть на выходе будет пассивный сигнал. Чтобы это не произошло, и удобство в использовании микросхем не превратилось в проблему, делают следующим образом. Формируют не просто поток импульсов с заданной частотой, а периодический поток с частотой например несколько кГц, пачки с частотой 30 кГц импульсов подаются, допустим, в течение десяти периодов, затем реализуется фактически отсутствие сигнала и воспринимается как полезная информация, следом опять поток. Таким образом в этом случае с выхода микросхемы будут поступать импульсы с длительностью, соответствующей пачке световых импульсов. Но этот вариант тоже устраивает нас в данном случае, поскольку частота подачи пачек импульсов может быть выбрана достаточно большой, так что за время движе-

ния мяча через поток световых импульсов обязательно будет зафиксирован факт пропадания сигнала, благодаря высокой частоте подаче вышеуказанных пачек импульсов.

Пример построения организации датчика представлен на рисунке 24.

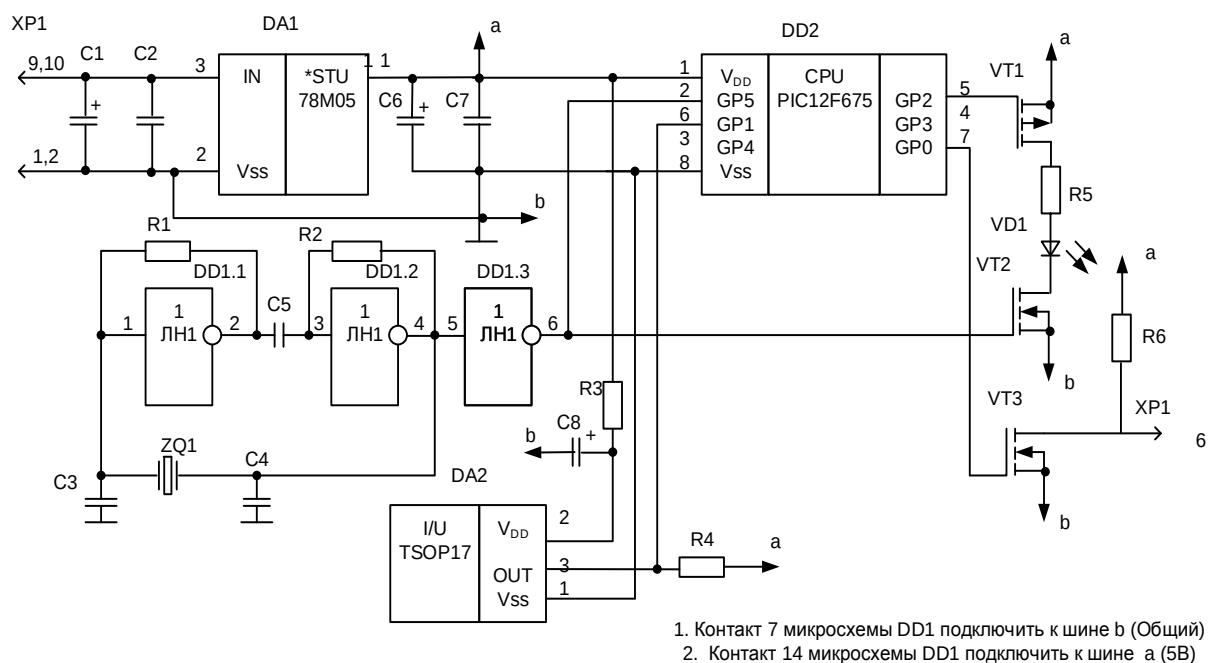


Рисунок 24 – Пример электрической принципиальной схемы датчика TSOP17.

7 Заключение

В заключении проанализируем результаты проделанной работы.

Задаaniem была разработка системы регистрации попаданий мяча в баскетбольное кольцо. Как уже отмечалось выше, система должна иметь следующий функционал:

- выбор количества бросков;
- выбор количества попаданий;
- подсчет попаданий;
- подсчет промахов.

Разработанная мной система полностью удовлетворяет этим требованиям.

Проект был полностью разработан на функциональном и структурном уровне. Разработана электрическая принципиальная схема микропроцессорных компонентов.

В принципиальной схеме не указаны только микропроцессорные схемы подключаемых датчиков, потому что предполагается, что аппаратура будет автономна и реализована на другом микроконтроллере. Но в пояснительной записке описан принцип работы датчиков и приведены примеры их организации на собственном микроконтроллере.

Подводя итог всего выше перечисленного, можно сделать вывод, что задание на выпускную квалификационную работу выполнено.

Список используемых источников

1. Вальтин А. И. Методика совершенствования в технике броска мяча в игре баскетбол: автореф. дис. ... канд. пед. наук /А.И. Вальтин. — Киев, 1984. — 24 с.
2. Орехов А.А. Баскетбол. Техника броска. Учебно-методическое пособие. Москва, 2007.
3. Голомазов С. С. Исследование механизмов управления точностью движений и экспериментальное обоснование методики ее повышения (на примере баскетбольных бросков): автореф. дис. ... канд. пед. наук /С.С. Голомазов. — М., 1973. — 29 с.
4. Андреев В. И. Факторы, определяющие эффективность техники дистанционного броска в баскетболе: автореф. дис. ... канд. пед. наук /В.И. Андреев. — Омск, 1988. — 20 с.
5. Спортивные решения и «CSI-эффект»: почему в крикете используется Hawk-Eye, а теннис плохо его использует – Х. Коллинз, Р. Эванс – М.: Public Understanding of Science, 2011. – 27 с.
6. А. Хартсхорн . Отслеживание 3D объекта //Отчет исследований, 2004
7. ГОСТ Р 56434-2015-. Оборудование для спортивных игр. Оборудование баскетбольное. Функциональные требования, требования безопасности и методы испытаний, 2016
8. Брякин Л. А, Брякин А. Л. Схемотехника модулей встраиваемых систем. Пенза : Изд-во ПГУ, 2016.
9. Технический паспорт TSOP17: Vishay Siliconix, 1996
10. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах - В.В. Сташин – М.: Энергоатомиздат, 1990
11. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры Microchip: практическое руководство - А.В.Евстифеев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 296 с.

12. Восемьразрядные RISC-микроконтроллеры. Методические указания и практическое руководство по применению в курсовом и дипломном проектировании./ Л.А.Брякин – ПГУ, 2001

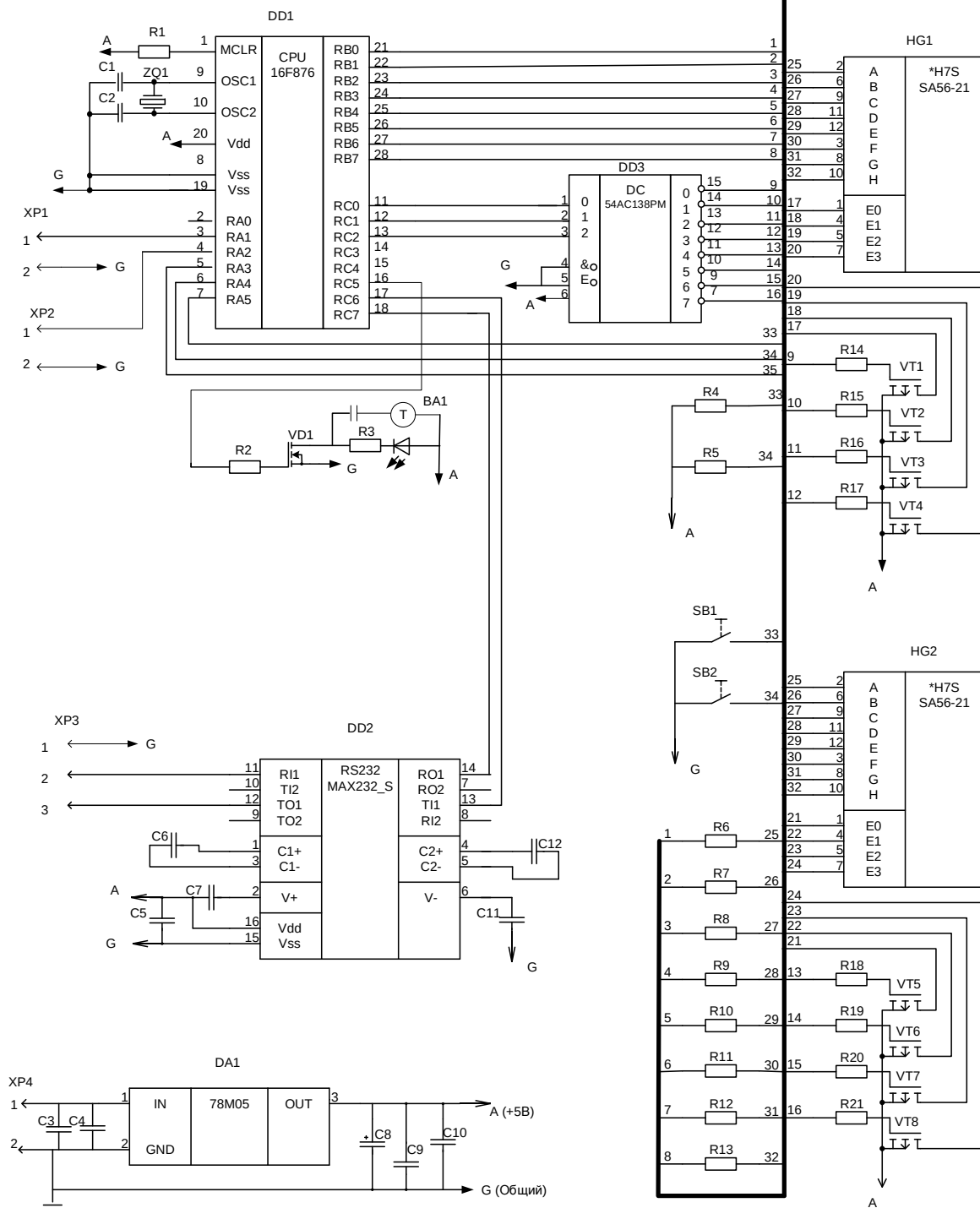
Приложение А (перечень элементов 1)

Зона	Поз обозн	Наименование	Кол	Примечание
		<u>Конденсаторы</u>		
	C1,C2	16пФ	2	Импорт
	C8	100мкФ ±5%	1	Импорт
	C3-C7, C9-C12	5V 0,1мкФ	9	Импорт
		<u>Микросхемы</u>		
	DA1	78M05	1	Импорт
	DD1	PIC16F876	1	Импорт
	DD2	MAX232_S	1	Импорт
	DD3	54AC138PM	1	Импорт
		<u>Индикаторы</u>		
	HG1,HG2	H7S SA56-21	2	Импорт
		<u>Резисторы</u>		
	R1	C2-33-0,125-3кОм ±5% ОЖО467.093 ТУ	1	
	R2, R3	C2-33-0,125-200Ом ±5% ОЖО467.093 ТУ	2	
	R4, R5	C2-33-0,125-10кОм ±5% ОЖО467.093 ТУ	3	
	R6-R21	C2-33-0,125-300Ом ±5% ОЖО467.093 ТУ	16	
		<u>Кнопки</u>		
	SB1, SB2	TS102H10	2	Импорт
		<u>Транзисторы</u>		
	VT1-VT8	IRLML6402	8	Импорт
		<u>Резонаторы</u>		
	ZQ1	HC-49/US 20мГц	1	Импорт

					ПГУ 1.090301.08.001 ПЭ							
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система регистрации попаданий мяча в баскетбольное кольцо. Перечень элементов.			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.	Китаев А.С									1	2	
Пров.	Брякин Л.А.							ФВТ, каф. ВТ, гр. 13ВВ1				
Т.контр												
Н.контр	Кучин А.В.											
Утв.												

[illegible]

Приложение В (принципиальная схема)



Контакт 8 микросхемы DD3 подключить к шине G
 Контакт 16 микросхемы DD3 подключить к шине A +5B

				ПГУ 1.090301.08.001 93			
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Система регистрации попаданий мяча в баскетбольное кольцо. Схема электрическая принципиальная.		
Разраб.	Киселев А.С.						
Провер.	Брикин Л.А.						
Т. контр.							
Н. контр.	Кучин А.В.						
Утв.							
					Лист	Масса	Масш.
					1		
					Листов	1	