1. Обоснование выбора функциональной схемы

Обоснование выбора функциональной схемы включает в себя описание внутреннего устройства блоков структурной схемы, их сопряжения с соседними блоками.

Функциональная схема предназначена для описания процессов, происходящих в отдельных узлах устройства. Она является переходной от структурной к принципиальной. На ней подробно изображены те части проекта, которые отвечают за понимание описываемых процессов, а второстепенные узлы (элементы) изображаются в виде прямоугольников. Например, цепи питания и т.п. на функциональной схеме можно не детализировать.

Рассмотрим элементы функциональной схемы для системы анализа психофизического состояния человека.

* 1. Датчик измерения сопротивления кожи
     1. Датчик

Диапазон значений сопротивления кожи колеблется между 50 кОм-10 МОм. Проводимость кожи – функция обратная её сопротивлению. Поэтому диапазон проводимости кожи в пределах 0.1 мкСм (10 МОм) - 20 мкСм (50 кОм). Определить ответную реакцию кожи во время эксперимента, выраженную в изменении сопротивления кожи, довольно сложно. Поэтому схема датчика сопротивления, выдаёт выходное напряжение пропорциональное изменению сопротивления кожи, а не показатели самого сопротивление. Непосредственно датчик состоит из двух проводников, прикрепляемых на 2 пальца испытуемого. Когда человек нервничает (психическая реакция), выделение пота усиливается, следовательно, проводимость увеличивается (сопротивление между пальцами уменьшается).

* + 1. Блок усиления и фильтрации

Выходной сигнал с датчика сопротивления должен быть усилен, а также профильтрован для подавления шумов. Далее этот сигнал подаётся через АЦП на микроконтроллер и по интерфейсу USB передаётся на PC, где выводится на экран в режиме реального времени. Для подавления шума используется полосовой фильтр (0.5 Гц-5 Гц), который применяется в схеме измерения сопротивления кожи, так как сигнал, приходящий с датчика сопротивления имеет в основном частоту 1-2 Гц. Фильтр низких частот отсекает высокочастотный шум выше 5 Гц, такой как 60 Гц – шум источника питания. Высокочастотный фильтр отсекает частоты ниже 0.5 Гц, или 2 сек. На деле, высокочастотный фильтр отнимает основное базовое сопротивление кожи, оставляя только изменения в кожном сопротивлении на временном промежутке в 1-2 сек. В результате датчик сопротивления кожи способен подстраиваться под любого испытуемого независимо от базового кожного сопротивления. Необходимо, чтобы детектор лжи воспроизводил только события возникновения эмоционального ответа, игнорируя фон из базового сопротивления.

* + 1. АЦП

Устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал с датчика в цифровой. Разрешение АЦП связанно с его разрядностью и показывает минимальное изменение величины аналогового сигнала, которое может быть преобразовано данным АЦП. Диапазон возможных входных значений от 0 до 5 В. Разрядность АЦП – 10 бит. Следовательно, АЦП имеет уровней квантования. Разрешение данного АЦП по напряжению составляет мВ.

* 1. Датчик пульса
     1. Датчик

Датчик предназначен для определения частоты пульса по изменению объёма крови в артерии пальца. Данный метод относится к фотоплетизмографии – методу непрерывной графической регистрации изменения объёма крови, показывающих изменение кровенаполнения сосудов исследуемых органов, части тела человека или животного, основанного на изменении оптической плотности. На выходе датчика получаем аналоговые импульсы, синхронные с пульсом, выход датчика подключается к АЦП и далее к цифровому входу микроконтроллера для дальнейшей обработки и вычисления пульса.

Работа датчика основана на принципе фотоплетизмографии, который является не инвазивным методом измерения изменения объема крови в тканях с помощью источника света и фотодетектора. Так как изменение объема крови синхронно с биением сердца, то этот метод используется для расчета частоты сердечных сокращений. Существует два основных типа фотоплетизмографии: один основан на пропускании света, другой на отражении. В первом методе световой пучок пропускается сквозь часть тела человека (например, через палец или мочку уха), а фотодетектор определяет результирующую интенсивность света, поэтому источник излучения и приемник располагаются напротив друг друга. Во втором методе источник света и фотоприемник располагаются на одной стороне, и отражённый сигнал несёт информацию о пульсе. Измерение пульса по такому принципу можно производить на любой части человеческого тела. При любом методе измерений в интенсивности света, отраженного от объекта или прошедшего через часть тела, будут обнаружены флуктуации в соответствии с пульсирующим потоком крови, вызванных биением сердца. ИК-светодиод используется для освещения пальца испытуемого. В зависимости от объема крови в пальце, поглощается больше или меньше света, следовательно, меняется интенсивность отраженного света. Графическое представление зависимости изменений сигнала во времени и есть сигнал фотоплетизмографии.

Фотоплетизмограмма имеет несколько составляющих, она регистрирует волны первого, второго и третьего порядка. Волны второго и третьего порядка относятся к медленным колебаниям (их можно назвать постоянной составляющей). Волны 1-го порядка относятся к быстрым колебаниям и соотносятся с пульсом (можно назвать переменной составляющей). Они отражают движение объема крови в измеряемой точке во время систолы и диастолы и могут использоваться в качестве источника информации о пульсе. Для извлечения сигнала

1-го порядка необходимы эффективные схемы усиления, фильтрации и нормирования сигнала.

В состав датчика входят ИК-светодиод и фототранзистор. Палец человека сверху датчика действует как отражатель, фототранзистор получает отраженный свет.

На выходе датчика фиксируется периодический физиологический сигнал, связанный с изменением интенсивности отражённого ИК-излучения, обусловленным пульсирующим объёмом крови в пальце. Таким образом, сигнал синхронен частоте сердцебиения.