

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПОРТАТИВНОГО ЭЛЕКТРОМИОГРАФА

Гасанов Магомед Шамилович

студент СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Россия, г. Санкт-Петербург

Филимонов Максим Сергеевич

студент СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Россия, г. Санкт-Петербург

Рязанова Юлия Дмитриевна

студент СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Россия, г. Санкт-Петербург

Для исследования работы мышц применяются два основных метода регистрации ЭМГ: **игольчатая** и **поверхностная** ЭМГ. Первый метод связан с чрез кожным введением в мышцу электрода или группы электродов, смонтированных в виде инъекционной иглы. Инвазивность данного метода и все недостатки, с ним связанные, не позволили ему выйти за рамки отдельных лабораторных работ.

Для поверхностной ЭМГ, как правило, используются серебряные, хлор серебряные или оловянные электроды, диаметром около 1 см и межэлектродным расстоянием 15-20 мм. Конструктивно электрод может быть выполнен в виде диска или плоской чашечки. Емкость чашечки служит для заполнения специальным электродным гелем.

Перед тем как приступить к разработке элементной базы для электромиографа обозначим характеристики исследуемого сигнала.

Таблица 1.

Характеристики сигнала

Характеристика	min	max
Частота сигнала (F), Гц	25	2000
Ампл. сигнала, (A) В	$100 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}
Импеданс электродов (R), Ом	200	5000

Разработка функциональной схемы ЭМГ

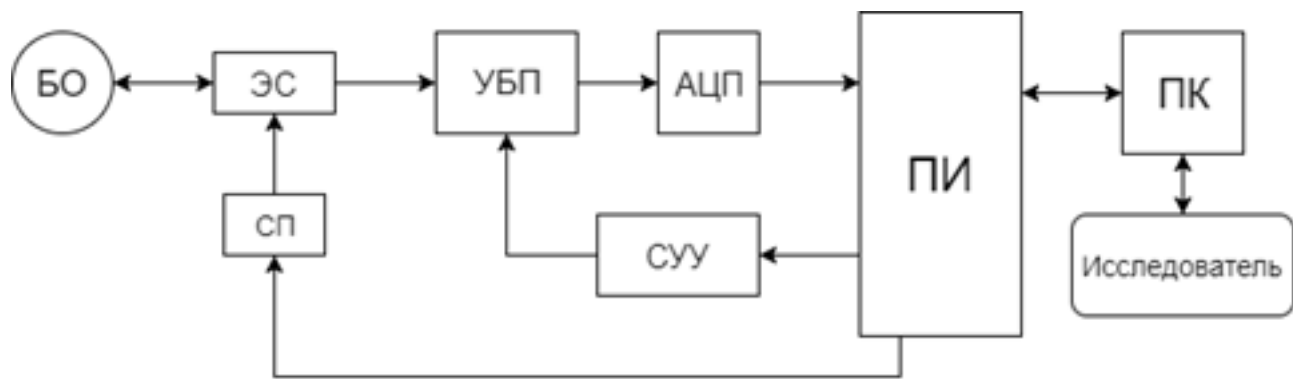


Рисунок 1. Функциональная схема ЭМГ

- БО – биологический объект;
- ЭС – электродная система;
- УБП – усилитель биопотенциалов;
- АЦП - аналого-цифровой преобразователь;
- ПИ – плата интерфейсов (USB, 32...);
- СУУ – схема управления усилителями;
- СП – стимулирующая приставка;
- ПК – персональный компьютер.

Разработка принципиальной схемы и его обоснование

Для получения ЭМГ-сигнала нужно разработать усилительный каскад, состоящий из следующих блоков:

1. Инструментальный усилитель;
2. Полосовой фильтр;
3. Прецизионный выпрямитель;
4. Фильтр нижних частот.

Разработаем поэтапно каждый из представленных выше блоков:

· Инструментальный усилитель (ИУ)

ИУ усиливает дифференциальное напряжение между электродами А и В. Существует также третий электрод REF, который заземляют. Электрод REF стоит помещать далеко от электродов А и В. Резистор R4 управляет усилением ИУ, в то время как R7 управляет синфазным сигналом. R7 следует отрегулировать таким образом, дабы свести к минимуму напряжение выхода, когда мышцы не сжимаются, R8 можно увеличить / уменьшить, чтобы увеличить / уменьшить коэффициент усиления усилителя, соответственно.

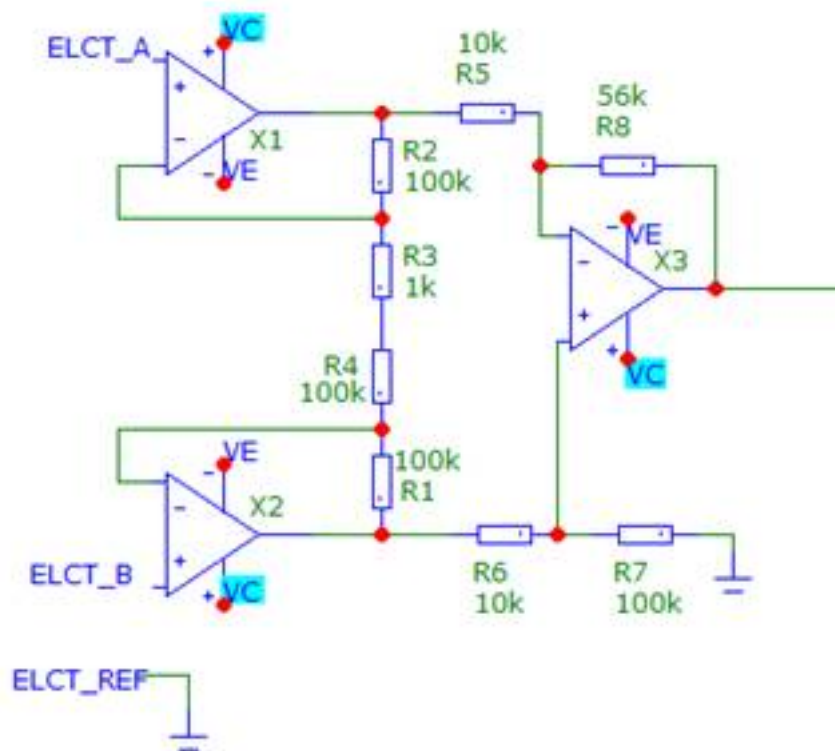


Рисунок 2. Инструментальный усилитель

· Полосовой фильтр (ПФ)

ПФ используется одновременно для устранения напряжения смещения постоянного тока между электродами и для фильтрации нежелательных высоких частот. Нижняя частота среза фильтра устанавливается на 10 Гц, а верхняя на 500 Гц.

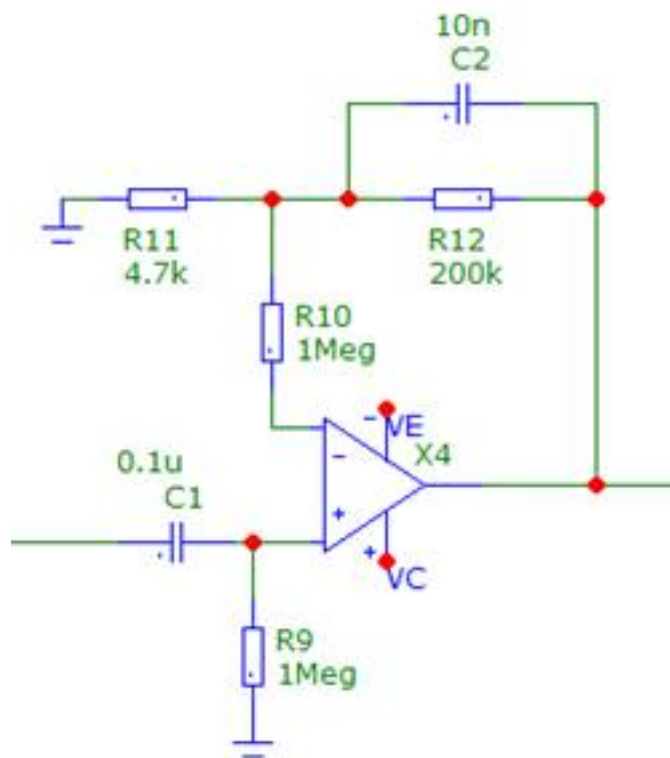


Рисунок 3. Полосовой фильтр

· Прецизионный выпрямитель (ПВ)

ПВ используется для получения абсолютного значения сигнала с выхода полосового фильтра. Вместо пассивного диодного выпрямителя используется активный выпрямитель, чтобы избежать падения напряжения на диодах. Вместо выпрямителя с половинной волной используется выпрямитель с полной волной для сохранения как можно большей энергии сигнала.

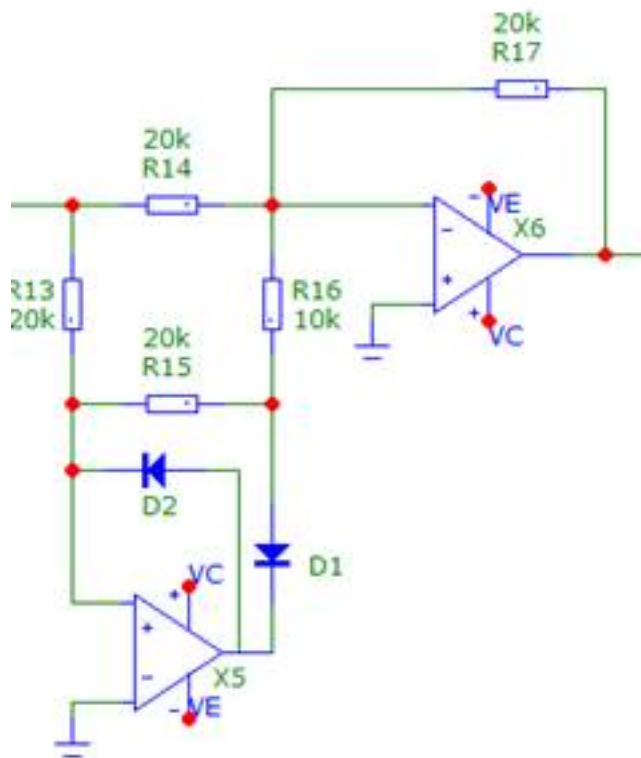


Рисунок 4. Прецизионный выпрямитель

· Фильтр нижних частот.

Наконец, на выходе выпрямителя помещается фильтр нижних частот, чтобы получить плавный сигнал, соответствующий интенсивности мышечного сокращения.

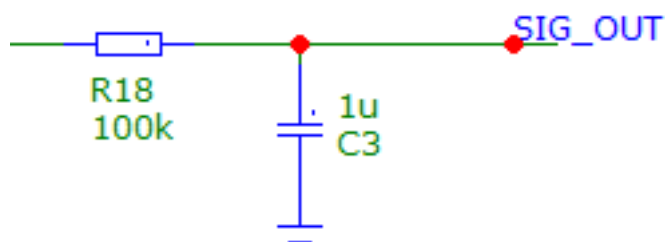


Рисунок 5. Фильтр нижних частот

Каскадно соединив все блоки получим схему целиком:

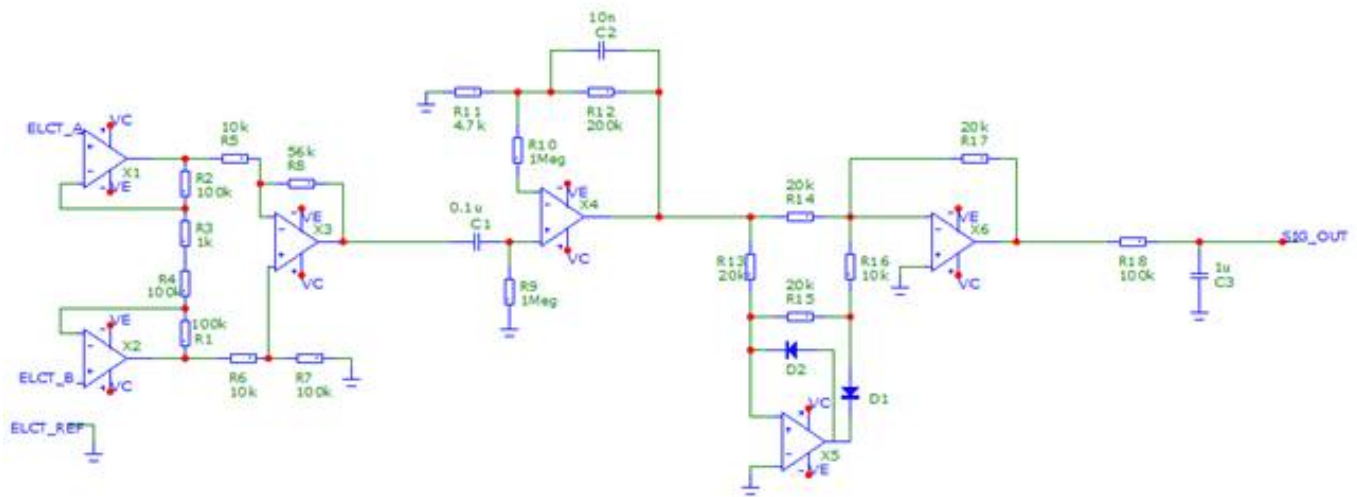


Рисунок 6. Схема целиком

Заключение

В этой статье представлена схема, которая позволяет измерять электрический сигнал, генерируемый при работе мышц. В то время как, медицинское оборудование для регистрации ЭМГ-сигнала является дорогостоящим и сложным устройством, усилитель ЭМГ, показанный в статье, обойдется всего в 20 долларов США. Благодаря этому недорогому усилителю и некоторым улучшениям в дизайне, который были представлены, возможности для применения данного устройства ограничены только вашим воображением.

Список литературы:

1. EMG Success / Prosthetic OSS // <https://prostheticoss.wordpress.com/2015/03/19/emg-success/>.
2. Myoware Muscle Sensor Interfacing with Arduino/ Theory Circuit // URL: <http://www.theorycircuit.com/myoware-muscle-sensor-interfacing-arduino/>.
3. Electromyography (EMG) / Mayo clinic // <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/emg/about/pac-20393913>.
4. Control anything using your muscles – How to build an EMG amplifier / September 14, 2016 by dgreenheck, «Greenhecktech» // URL: <https://greenhecktech.wordpress.com/2016/09/14/control-anything-using-your-muscles/>.