

Список литературы

1. Н. П. Алешин, В. Г. Щербинский. Радиационная, ультразвуковая магнитная дефектоскопия металлоизделий. – Москва: Высшая школа, 1991.- 273 с.

2. В. В. Ключев, В. Ф. Мужичкий, Э. С. Горкунов, В. Е. Щербинин. Неразрушающий контроль: справочник в 7 томах. Т.6. Магнитные методы контроля. Москва: Машиностроение, 2004.-832 с.

П. К. ПАРФИРЬЕВ, И. Р. БИКМЕТОВ, Ю. О. УРАЗБАХТИНА

Уфа, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», ООО «ИПЦ-Энергия»

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРОТЕЗОМ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Аннотация. В данной статье представлен вариант исполнения системы управления исполнительными механизмами в активном биоэлектрическом протезе верхних конечностей. Данная система предполагает считывание биопотенциалов со здоровых или уцелевших мышц человека, их обработку (усиление, фильтрация и пр.), и передачу их на сервоприводы, отвечающие за движение искусственной кисти.

Ключевые слова: биоэлектрический протез, биопотенциал, протезирование, бионика.

Протезирование – замена утраченных или необратимо поврежденных частей тела искусственными заменителями – протезами. Человеческий труд по своей природе, сам по себе, связан с риском травмирования, в том числе и такой крупный недуг как утрата руки. Для многих людей столкнувшихся с этой проблемой подобная травма является переломной, которая в корне изменяет жизнь пострадавшего. Согласно статистике, на 10000 мужского и женского населения России четыре человека в год утрачивают конечность в результате травмы [2]. При этом около трети приходится на травмы верхних конечностей. Также в эту статистику следует внести категорию людей, которые страдают дефектами конечностей в результате врожденных травм, которые также, нуждаются в протезно-ортопедических устройствах. Вследствие того, что задача по возврату функционирования конечностей человеку (хоть и частичной) является очень актуальной, нами был предложен свой вариант реализации системы управления активным электромеханическим протезом верхних конечностей, который бы по своему функционалу максимально походил на природную конечность.

Вся электромеханическая система построена на основании собственной разработанной структурной схемы устройства (рис. 1).

Поочередно сокращая управляющие мышцы, пациент посылает тем самым биоэлектрические сигналы через электроды 1 и 2, которые разделены на 2 независимых канала, каждый из которых отвечает за определенной действие предусмотренное работой протеза, будь то схват/раскрытие или ротация кисти,

далее сигнал с них усиливается специальным усилителем биопотенциалов 3 и 4, после чего фильтруется фильтром 5 и 6 в определенном диапазоне частот для исключения помех в посылаемом сигнале. После сигнал поступает на блок детектирования 7 и 8, где происходит проверка какому уровню соответствует поступающий сигнал. Далее он идет на измерительный усилитель 9, на том или его выходе которого, в зависимости от преобладания сигналов появляется разность биопотенциалов. Далее он поступает на микроконтроллер 10, который в зависимости от уровня и характера управляющего сигнала, задает различные режимы работы для исполнительных органов устройства. В данном случае эту роль выполняют два сервопривода: схвата-раскрытия и ротации кисти (11, 12 соответственно). Питанием всех элементов схемы обеспечивает двухполярный источник питания 13.

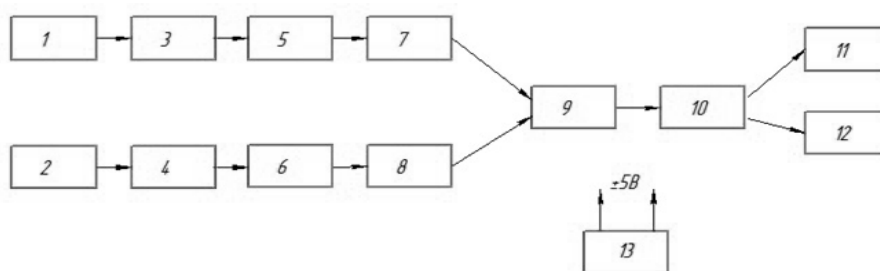


Рис. 1. Структурная схема управления протезом верхних конечностей

В качестве используемых электродов предполагается использовать активные хлорсеребряные электроды малых габаритов, которые не требуют смачивания гелем для лучшего контакта с телом пациента. Такие датчики легко устанавливаются на тело пациента и могут удерживаться с помощью специальных удерживающих ремешков [3].

Усилитель биопотенциалов, который необходим для усиления потенциалов снятых с поверхности культи пациента должен обладать рядом технических требований: высоким входным сопротивлением (порядка 10 МОм), высоким коэффициентом усиления, полосой пропускания (20-500 Гц), широким температурным диапазоном работ. В качестве усилителя заложено использование схему на трех ОУ. В нашей системе заложено использование усилителя на базе микросхемы INA118.

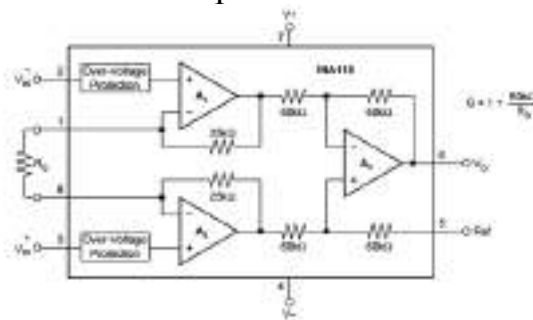


Рис. 2. Внутреннее строение микросхемы INA118

Для выделения полезного сигнала необходима фильтрация в определенной полосе частот – от 20 до 500 Гц. Для решения данной задачи для фильтрации необходимо воспользоваться полосовым фильтром. В качестве полосового фильтра была использована следующая схема:

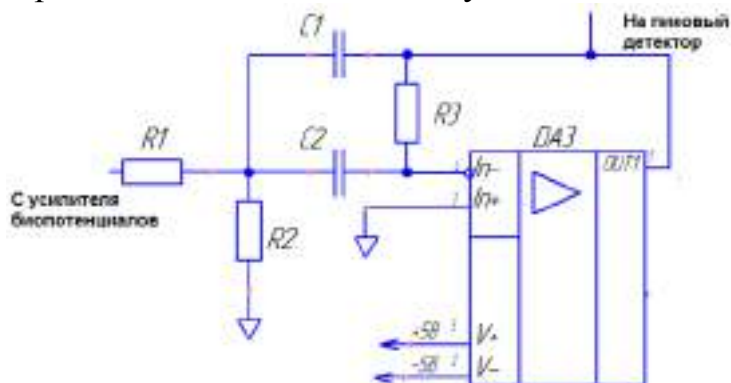


Рис. 3. Схема полосового фильтра

Диапазон частот данного фильтра от 20 до 500 Гц, следовательно: $f_{max} = 500$ Гц, $f_{min} = 20$ Гц. Емкости двух конденсаторов возьмем равными: $C_1 = C_2 = C = 1$ мкФ. Для наилучшей работы фильтра коэффициент его передачи зададим пяти $H_0 = 5$, а добротность $Q = 2$ [1].

Пиковый детектор разрабатываемого устройства, должен отвечать следующим техническим требованиям: диапазон входного напряжения: 0...5 В, длительность фронта: не более 3 мкс, время хранения установленного сигнала - более 200 мкс, погрешность регистрации: менее 1% [4].

В качестве измерительного усилителя используем также микросхему ОРА836. Сопротивления в схеме подобраны таким образом, чтобы получить единичный коэффициент усиления, т.е. $K_y = 1$.

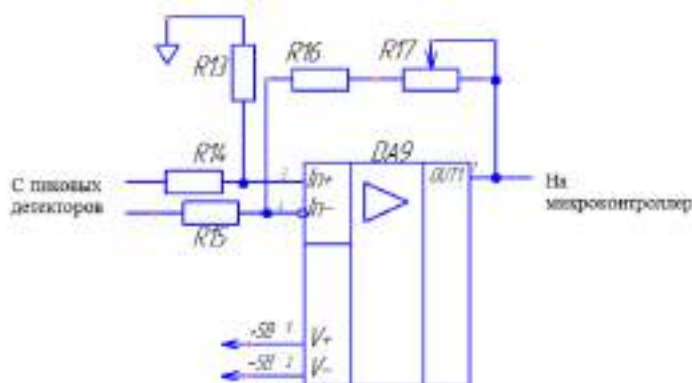


Рис. 4. Схема измерительного усилителя

Значение выходных напряжений с пиковых детекторов в среднем может достигать до 5В. Следовательно $U_{вх1} = U_{вх2} = 5$ В. К.У. ОУ принимаем за единицу, т.е. $K_y = K_1 = K_2 = 1$. Исходя из этих значений имеем:

$$U_{вых1} = (R_{16} + R_{17}) * \frac{U_{вх1}}{R_{15}} = -K_1 * U_{вх1} = 5В,$$

$$U_{вых2} = U_{вх2} * \frac{R_{14}}{R_{14} + R_{13}} * \left(1 + \frac{R_{15} + R_{16}}{R_{15}}\right) = K_2 * U_{вх2} = 5мВ.$$

Микроконтроллер в этой системе отвечает за дальнейшую обработку и преобразование поданного на него сигнала, и подачу его на исполнительные механизмы сервоприводы. Питание всей схемы должен обеспечивать литий-полимерный источник питания, емкостью 2,5 А·ч, который должен в значительной степени увеличить время автономной работы устройства.

Таким образом, нами предложена система управления, которая позволяет значительно увеличить двигательную способность оператора, по сравнению с остальными серийно-выпускаемыми приборами. Плюс ко всему, используя в своем приборе достаточно распространенные элементы, стоимость данного устройства будет значительно ниже по сравнению с серийными аналогами. А высокая емкость батарей и малое энергопотребление элементов позволит быть пациенту менее зависимым от зарядных устройств, что гораздо облегчит жизнь пользователя данным протезом.

Список литературы

1. Б. Картер, Р. Манчини (перевод с английского А. Н. Рабодзея) Операционные усилители для всех // Издательский дом "Додэка-XXI", Москва, 2011 г.

2. Андреева Т.М. Травматизм в Российской Федерации на основе данных статистики // Социальные аспекты здоровья населения, Москва 2010 г.

3. Д.Р. Сафин, И.С. Пильщиков Оценка эффективности различных конструкций электродов и усилителей биосигналов в системах управления протезами // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. -2009 №2(10), С. 88-101.

4. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. – 304 с: ил.

Р. Р. САТТАРОВ¹, М. А. АЛМАЕВ²

¹Уфа, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

²ООО «НПО «Башкирское»

К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ВИБРОТРАНСПОРТНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВИБРОДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрены устройство и принцип действия электромагнитного вибродвигателя для электротехнического вибротранспортного комплекса. На основе анализа физических процессов предложены комплексный подход к математическому моделированию и иерархическая структура моделей.

Ключевые слова: *вибрационное перемещение, электромагнитный вибродвигатель, вибротранспорт, микророботы, червеподобные системы передвижения.*

В связи с развитием автоматики и робототехники растет интерес к нетрадиционным системам передвижения и транспортирования. Во второй