

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯТОРА ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ

Мартьянов Павел Сергеевич

канд. тех. наук, научный сотрудник Научно-технологического центра уникального приборостроения Российской академии наук
Россия, г. Москва

Данная работа посвящена разработки и исследованию электромиостимулятора нового типа. Отличительной особенностью является выходной сигнал повышенной мощностью. Данный электромиостимулятор был создан на основе анализа предыдущих разработок в этой области. Помимо этого, был проведен пробный эксперимент с целью испытания данного прибора среди спортсменов высокой квалификации.

Ключевые слова: радиоэлектронные приборы, электромиостимуляция, электромиостимулятор, электромиостимуляционный сигнал, спорт высоких достижений

THE REALIZATION OF AN ELECTROMYOSTIMULATOR OF INCREASED POWER

Pavel S. Martyanov

PhD in Engineering sciences, researcher the Scientific and technological center for unique Instrument making of the Russian Academy of Sciences
Russia, Moscow

ABSTRACT

The work is devoted to the development and investigation of a new type of electromyostimulator. A distinctive feature is the output signal with increased power. This electromyostimulator was created on the basis of an analysis of previous developments in this field. A pilot experiment was also conducted to test this device among high-qualified athletes.

Keywords: radio electronic devices, electromyostimulation, electromyostimulator, electromyostimulation signal, sport of high achievements

Введение

В настоящее время на рынке спортивных электронных приборов представлены различные модели электромиостимуляторов, которые оказывают положительное влияние на изменение физических качеств атлетов. В частности, отмечается увеличение силовых показателей спортсменов, их гибкости и быстроты [1,3,5,8]. Следует отметить, что электромиостимуляционный (ЭМС) сигнал может воздействовать на атлетов, как в стационарном, статическом положении тела (т.н. электромиостимуляционная тренировка) [1,2,4], так и в ходе выполнения упражнения в определенной фазе движения (в зависимости от тех двигательных задач, которые ставятся перед спортсменом в данный момент времени) [5,7,8]. Кроме того, режимы подачи ЭМС сигналов могут быть различными, например, режим «двигательной подсказки» или режим «мощностного наполнения» [6,8]. Данный метод тренировочного воздействия применяется в различных видах спорта: в тяжелой атлетике, велоспорте, силовом троеборье и т.д.

Основная часть

Разработанный макет электромиостимулятора характеризуется наличием одного выходного канала, который работает в автоматическом режиме, и пользователь сам регулирует выходные параметры сигнала. Пользователь может самостоятельно регулировать такие параметры сигнала: частоту выходного сигнала, амплитуду, длительность. Возможность управлять регулировками этих параметров необходимо для выполнения ЭМС тренировки в фазе движения уступающей или преодолевающей.

Стоит отметить, что ЭМС сигнал, может иметь различную форму импульсов, частоту, амплитуду, скважность. Причем все эти четыре параметра могут изменяться достаточно широко. Однако наиболее оптимальные значения частоты и скважности примерно определены. Величина ЭМС сигнала, как правило, ограничивается индивидуальными особенностями организма спортсменов. Наиболее распространенные формы сигнала это треугольная и прямоугольная. В ходе проведенных экспериментов было выявлено преимущество прямоугольной формы сигнала, так как за один и тот же промежуток времени прямоугольный сигнал S_1 занимает большую площадь, чем S_2 это и обеспечивает более мощное ЭМС воздействие на нервно мышечный аппарат человека рис. 1.

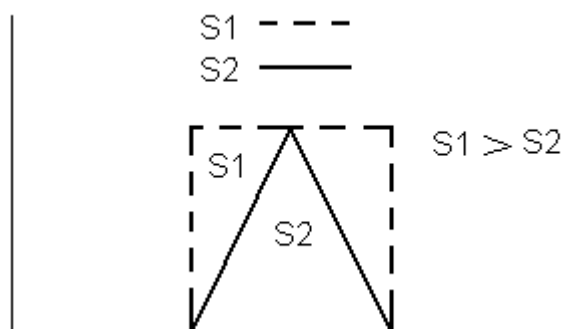


Рис. 1. Сравнение площадей прямоугольного и треугольного электрического импульса

При обычной тренировки ЭМС воздействие осуществляется виде серии последовательных импульсов (пачек) представленных на рис. 2.

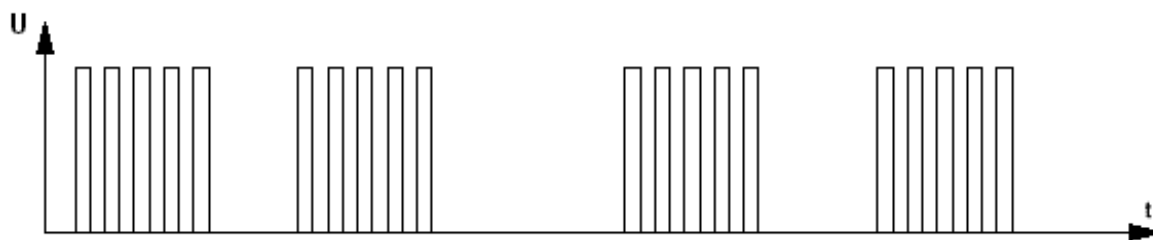


Рис. 2. Форма стандартного сигнала для ЭМС

Такое воздействие вызывает более мощное мышечное сокращение, за счет «включения» в работу большего числа двигательных единиц (де).

Интенсивность (мощность) выходного ЭМС сигнала может определяться за счет разных параметров. Из проведенных исследований других моделей стимуляторов миоритм 021, 040 интенсивность определяется увеличением длительности каждого импульса в пачки. Т.е. по мере увеличения длительности спортсмен чувствует более сильное сокращение мышц. В предлагаемом нами стимуляторе интенсивность выходного сигнала увеличивается по мере роста амплитуды сигнала без увеличения длительности импульсов. Данный способ является более эффективным для роста силовых показателей и больше подходит для спортсменов высокой квалификации. Кроме того, сокращение длительности импульсов в пачке позволит совершать ЭМС воздействие непосредственно в движении, поскольку длительность определенных фаз движения спортсменов в различных видах спорта измеряется секундами и миллисекундами.

Разработан макет электромиостимулятора рис. 3, который обладает следующими характеристиками напряжения питания 12В, амплитуда выходного сигнала 12-60В, форма сигнала однополярный меандр, частота 50-110 Гц, длительность пачки импульсов 0.5-6 сек.

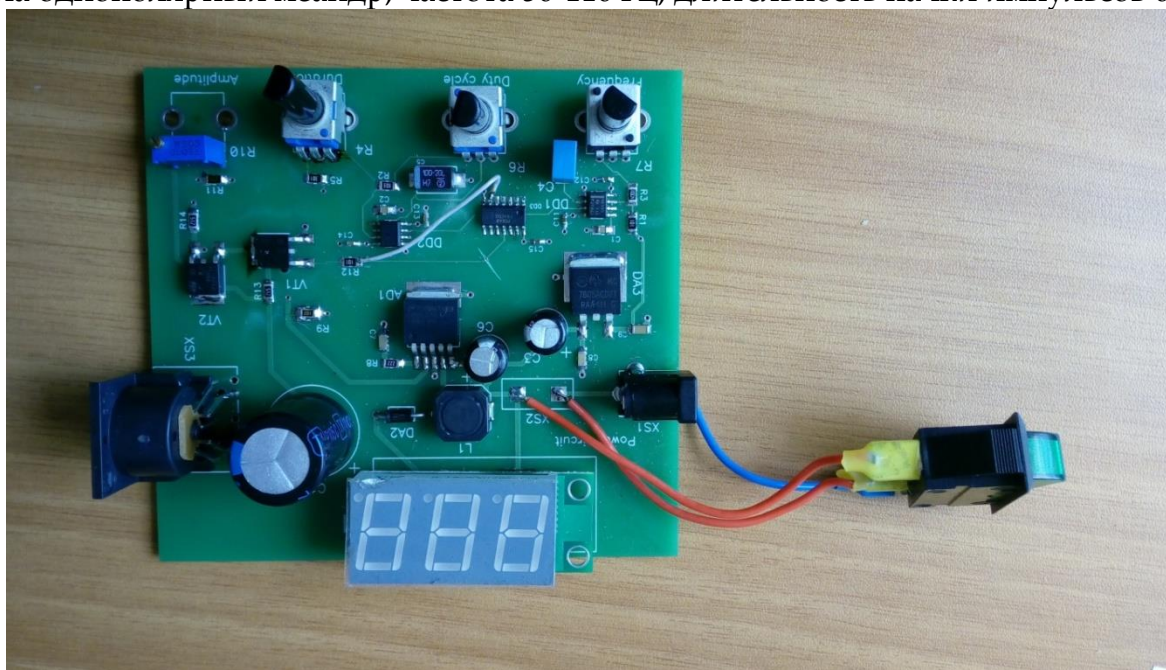


Рис. 3 Макет электромиостимулятора

Стоит отметить, что для получения высоковольтного сигнала в макете не используются трансформаторы, которые громоздки и занимают не малую площадь, увеличивая габариты прибора. В нашем случае мы использовали микросхему импульсного преобразователя напряжения LM2577, который, за счет правильной схмотехнической схемы включения может вырабатывать напряжение в несколько раз выше напряжения собственного питания (12В).

Для разработки предложенного макета электромиостимулятора использовалась следующая электрическая структурная схема, представленная на рис. 4. Микросхема преобразователь LM2577 преобразовывает напряжение питания 12В в регулируемое напряжение от 12-60В, которое необходимо для работы транзисторного ключа. Другая микросхема LM7805 преобразовывает 12В в 5В, что нужно для питания схемы таймеров NE555 и элемента И-НЕ. Первый таймер генерирует импульсы частотой от 50-110 Гц, второй таймер от 0.2 -2 Гц. Далее эти два сигнала умножаются с инверсией микросхемой логики И-НЕ в результате чего получаются уже пакки импульсов амплитудой 5В, затем они поступают на вход транзисторного ключа на базе высоковольтных транзисторов MJD44H11, которые усиливают выходной сигнал до амплитуды от 12 до 60 Вольт в зависимости от требований. Далее с выхода макета сигнал поступает на электроды из токопроводящей ткани, которые расположены на теле спортсмена.

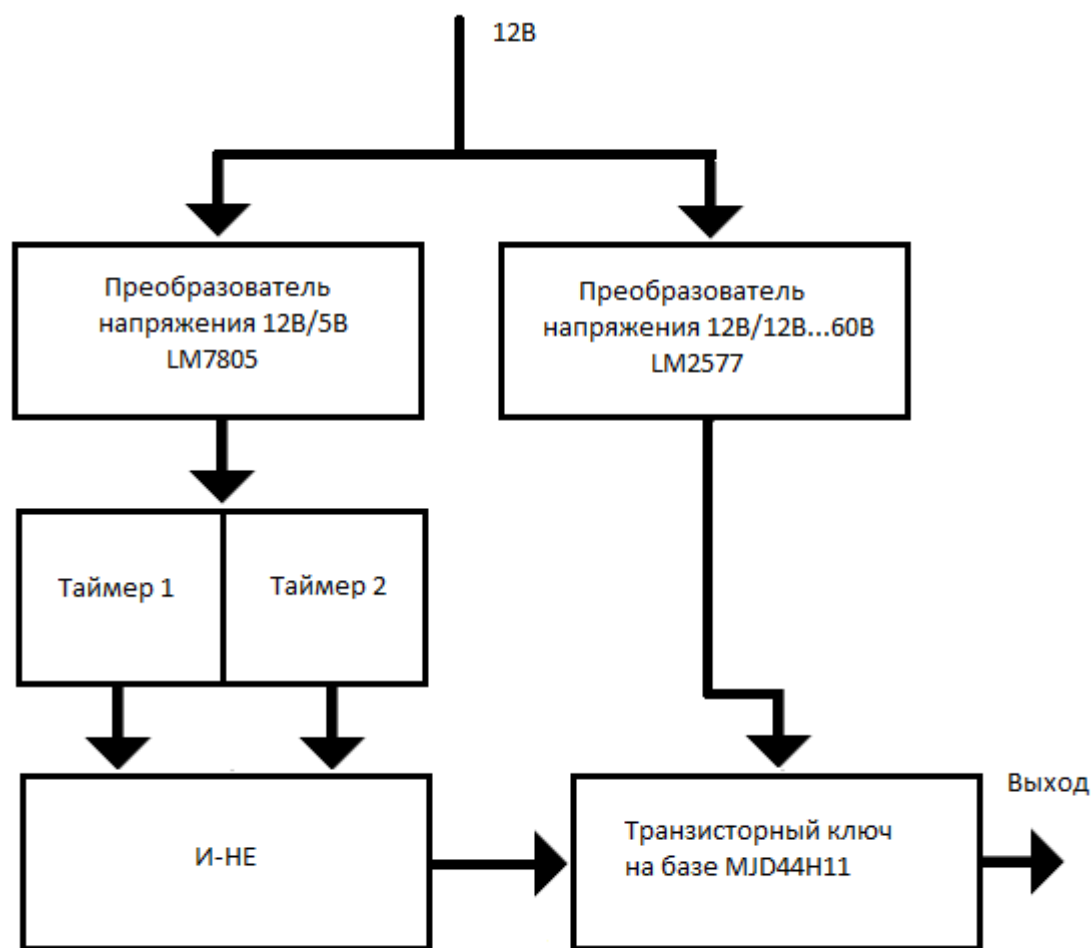


Рис. 4. Структурная схема электромиостимулятора

Выходной сигнал, зафиксированный на осциллографе представлен на рис.5

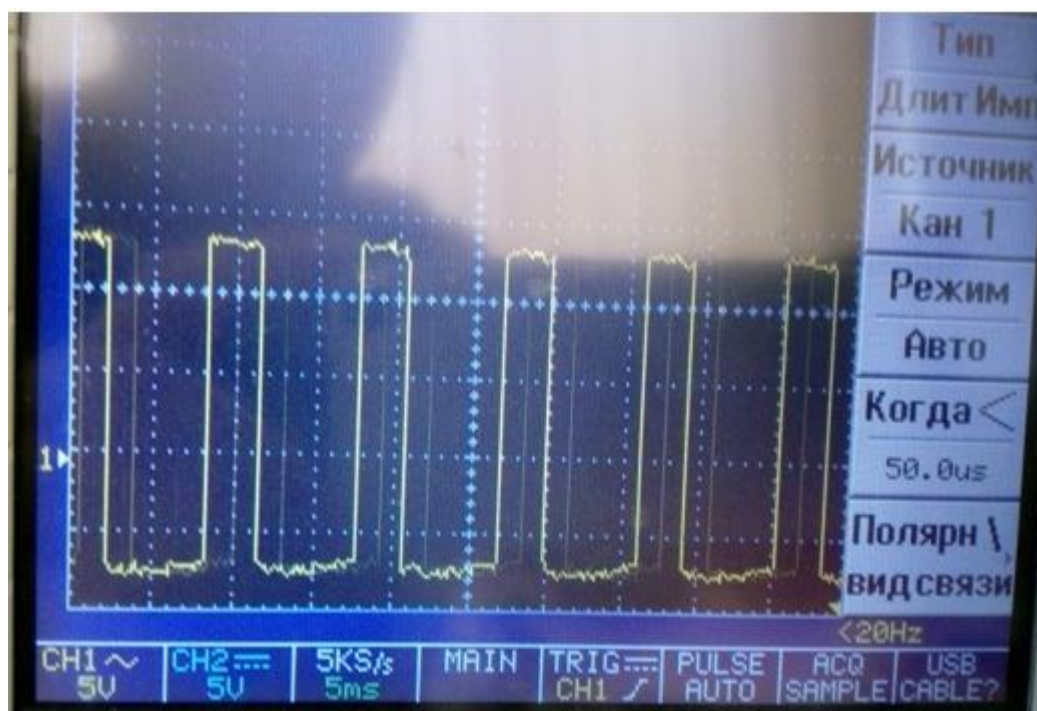


Рис. 5. Фотография выходного сигнала частотой 100 Гц, амплитудой 20 В с экрана осциллографа

По окончании проектирования, был проведен эксперимент с разработанным макетом. ЭМС воздействие производилось на мышцы рук предплечья с амплитудой сигнала от 30-55В, частотой 60Гц в течении 1 одного месяца 3 раза в неделю по 10-15 минут. В результате проведенного эксперимента сила сгибателей мышц кисти увеличилась на 30 процентов. Контроль за силой мышц предплечья осуществлялся на ручном динамометре.

3. Заключение

В дальнейшем планируется разработка опытного образца электромиостимулятора, который помимо канала повышенной мощности будет иметь дополнительный независимый выход с полуавтоматическим режимом работы.

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Разработан макет высокомоощного электромиостимулятора.
2. Для реализации высоковольтных цепей использовалась микросхема преобразователь напряжения LM2577, которая имеет меньшие габариты и массу чем аналогичная трансформаторная цепь.
3. Определен оптимальный диапазон частот сигнала для воздействия на нервномышечный аппарат человека.
4. Проведен эксперимент показывающий эффективность применения макета электромиостимулятора для силовых показателей атлетов высокой квалификации.

Список литературы:

1. Болховских Р.Н. Применение электростимуляционной тренировки в соревновательный период её влияние на максимальную и «абсолютную» силу у тяжелоатлетов: Автореф. дис. канд. пед. наук. – М; 1975. – 27 с.
2. Колесников Г.Ф., Шпак В.А. О форме сигнала при электромиостимуляции первоначальных мышечных структур с учетом минимума потребляемой энергии // Медико-биологическое обеспечение физического воспитания студентов в высшей школе: матер.науч. – метод. конфер – Каунас. – 1975. – с. 70-72.
3. Коряк Ю.А., Кузнецов С.П., Нурта У.П. Влияние электростимуляционной тренировки на мышечную силу человека. // медико-биологическое обеспечение физического воспитания студентов в высшей школе: матер. науч. – метод. конфер – Каунас. – 1975. – с. 85-87.
4. Коц Я.М. Электростимуляционная тренировка мышечного аппарата. // Медико-биологическое обеспечение физического воспитания студентов в высшей школе: матер. науч. – метод. конфер – Каунас. – 1975. – с. 82-84.
5. Мартянов С.С. Методические приемы адаптивной коррекции движения в тяжелоатлетических упражнениях и их реализация при помощи программирующих устройств: автореф. дис. канд. пед. наук. – М; - 1989 г. 20 с.
6. Ратов И.П. Перспективы преобразования системы подготовки высококвалифицированных спортсменов на основе использования технических средств и тренажеров // Теория и практика физической культуры. 1976. - №10. с.66-69.
7. Ратов И.П. Проблемы гипотезы и перспективы ряда направлений биомеханики спорта. // Проблемы биомеханики спорта.- М., физкультура и спорт, 1974, с.5-39.
8. Усатый В.Г. Рациональное построение процесса освоения техники сложных упражнений квалифицированными гимнастами с применением специальных средств: автореф. дисс. канд. пед. наук. – М., 1981. - 24 с.

References

1. Bolhovskih R.N. Primenenie ehlektrostimulyacionnoj trenirovki v sorevnovatel'nyj period eyo vliyanie na maksimal'nuyu i «absolyutnuyu» silu u tyazheloatletov: Avtoref. dis. kand. ped. nauk. – М; 1975. – 27 s.
2. Kolesnikov G.F., SHpak V.A. O forme signala pri ehlektromiostimulyacii pervonachal'nyh myshechnyh struktur s uchetom minimuma potrebyaemoj ehnergii // Mediko-biologicheskoe obespechenie fizicheskogo vospitaniya studentov v vysshej shkole: mater.nauch. – metod. konfer – Kaunas. – 1975. – s. 70-72.
3. Koryak YU.A., Kuznecov S.P., Nurta U.P. Vliyanie ehlektrostimulyacionnoj trenirovki na myshechnuyu silu cheloveka. // mediko-biologicheskoe obespechenie fizicheskogo vospitaniya studentov v vysshej shkole: mater. nauch. – metod. konfer – Kaunas. – 1975. – s. 85-87.
4. Koc YA.M. EHlektrostimulyacionnaya trenirovka myshechnogo apparata. // Mediko-biologicheskoe obespechenie fizicheskogo vospitaniya studentov v vysshej shkole: mater. nauch. – metod. konfer – Kaunas. – 1975. – s. 82-84.
5. Mart'yanov S.S. Metodicheskie priemy adaptivnoj korrekcii dvizheniya v tyazheloatleticheskikh uprazhnenij i ih realizaciya pri pomoshchi programmiruyushchih ustrojstv: avtoref. dis. kand. ped. nauk. – М; - 1989 g. 20 s.
6. Ratov I.P. Perspektivy preobrazovaniya sistemy podgotovki vysokokvalificirovannyh sportsmenov na osnove ispol'zovaniya tekhnicheskikh sredstv i trenazherov // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 1976. - №10. s.66-69.

7. Ratov I.P. Problemy gipotezy i perspektivy ryada napravlenij biomekhaniki sporta.// Problemy biomekhaniki sporta.- M., fizkul'tura i sport, 1974, s.5-39.

8. Usatyj V.G. Racional'noe postroenie processa osvoeniya tekhniki slozhnyh uprazhnenij kvalifitsirovannymi gimnastami s primeneniem special'nyh sredstv: avtoref. diss. kand. ped. nauk. – M., 1981. - 24 s.