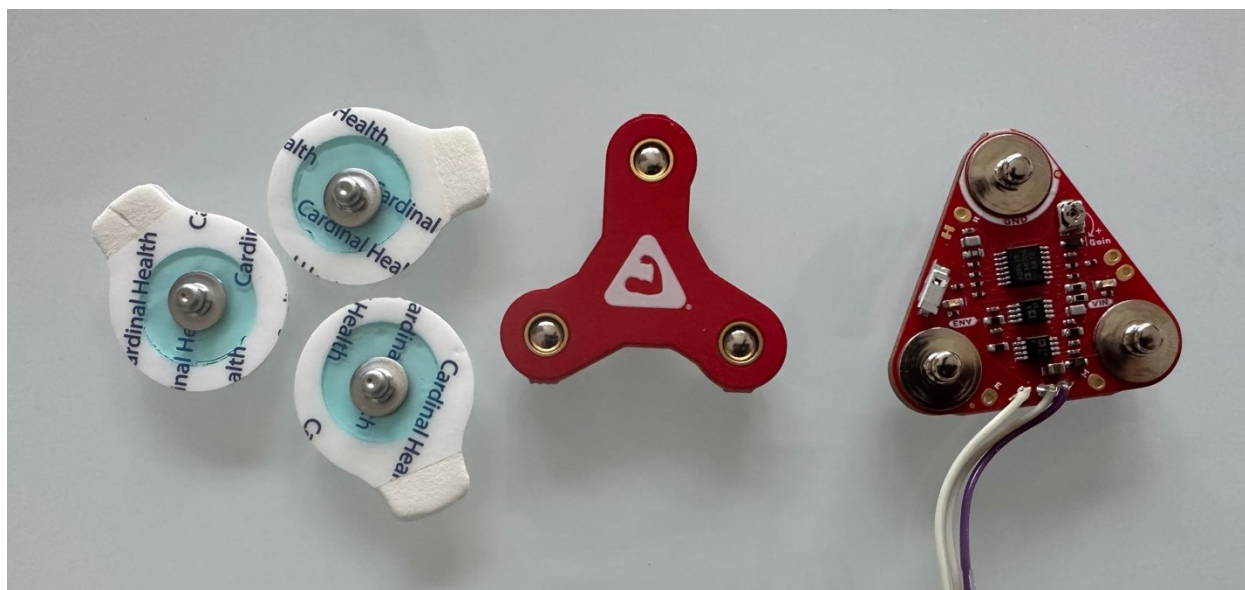


Arduino i senzori u medicini

Mišićni (EMG) senzor

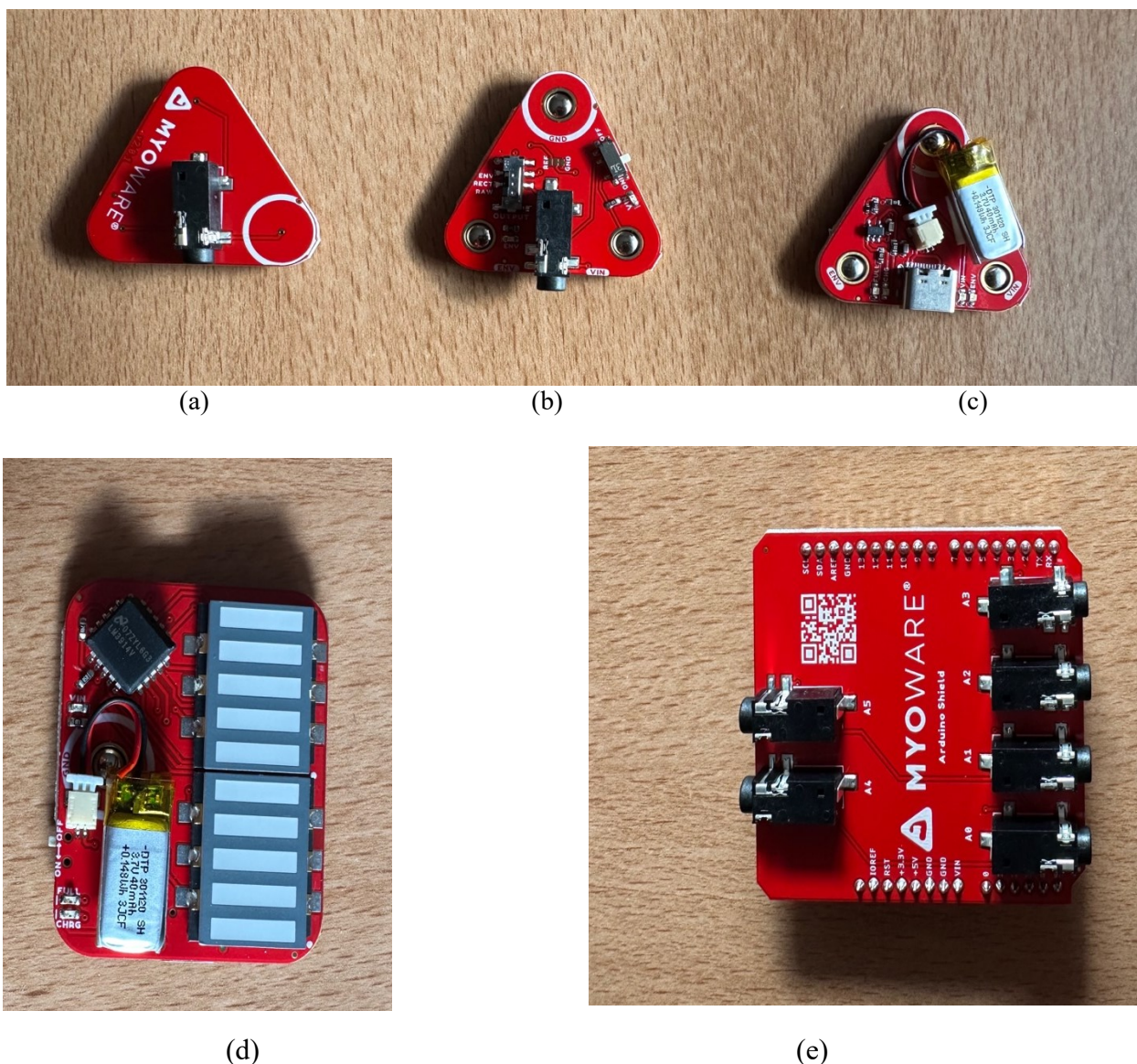
Myoware 2.0 mišićni senzor [1] meri mišićnu aktivnost ispitanika na osnovu promene električnog potencijala korišćenjem metode pod nazivom elektromiografija EMG (*engl. Electromyography*) ili površinska elektromiografija sEMG (*engl. Surface Electromyography*). Električni signali prilikom kontrakcije mišića se prenose iz mozga do motornih jedinica mišića, koje predstavljaju skup mišićnih vlakana i određuju jačinu mišićne kontrakcije. U zavisnosti od intenziteta kontrakcije, varira i broj motornih jedinica koji će učestovati u formiranju mišićne snage. Povećan broj angažovanih motornih jedinica, povećava i električnu aktivnost posmatranog mišića. Myoware 2.0 mišićni senzor analizira električnu aktivnost i izlazne signale koji reprezentuju jačinu mišićne kontrakcije [1].



Slika 1. MyoWare mišićni EMG senzor

Arduino senzorski set za EMG se sastoji iz: MyoWare 2.0 mišićnog senzora (slika 1), MyoWare 2.0 šild (*engl. shield*) adapter za kablove (slika 2a), MyoWare 2.0 link šilda (slika 2b), MyoWare 2.0 šilda za napajanje (slika 2c), MyoWare 2.0 LED šilda (slika 2d), MyoWare 2.0 Arduino šilda (slika 3e) i MyoWare 2.0 kablova za povezivanje na Arduino platformu (slika 3) i elektroda za jednokratku upotrebu (slika 1). Uz set dolazi i razvojna ploča SparkFun ReadBoard Plus [5], kompatibilna sa Arduino sistemom, i MyoWare 2.0 Arduino šildom, slika 3.

MyoWare mišićni senzor može jednostavno da se poveže na platformu, preko MyoWare 2.0 link šild (slika 3) ili direktno na Arduino UNO razvojni sistem, slika 4, korišćenjem kratkospojnika (analogni ulaz, GND i napajanje). Nadalje, moguće je koristiti senzor za merenje mišićne aktivnosti samostalno (*engl. standalone*) preko baterijskog napajanja i šilda za napajanje kao i uz pomoć MyoWare 2.0 LED šilda.

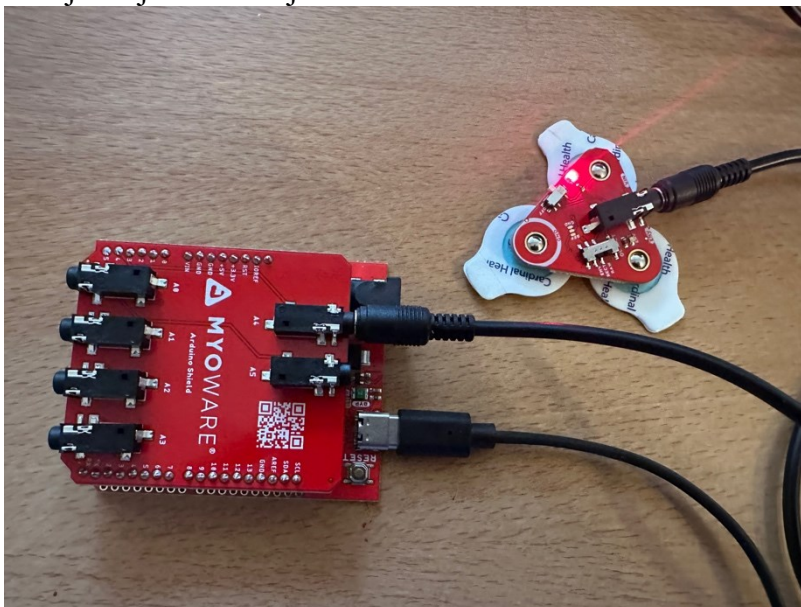


Slika 2. a) MyoWare 2.0 šild adapter za kablove, (b) MyoWare 2.0 link šilda, (c) MyoWare 2.0 šilda za napajanje, (d) MyoWare 2.0 LED šild, (e) MyoWare 2.0 Arduino šild

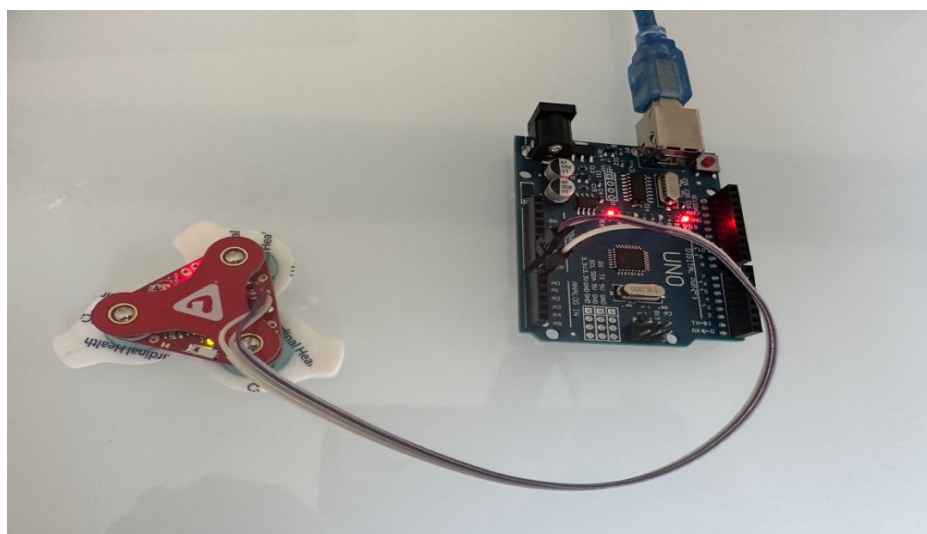
MyoWare 2.0 mišićni senzora detektuje količinu električne aktivnosti u mišićima i nervima, uz napomenu da nije namenjen za preciznu dijagnostiku. Senzor očitava analogni signal, poseduje 3 priključka za jednokratne elektrode, zaštitu od obrnutog polariteta, koristi napajanje od 3.3V do 5V sa izlaznom anvelopom od 2.27V do 5.47V uz mogućnost odabira tri izlazna moda rada: Raw EMG, Rectifier i Envelope kao i dodatni potencijometar za postavku pojačanja.

Myoware 2.0 LED šild, omogućava korisniku da jednostavno i brzo vizuelno prikaže električnu aktivnost mišića preko 10-segmentnog LED displeja [2]. Šild poseduje dva moda rada: “bar“ i “dot“. U prvom modu (“bar“) broj LED segmenata koji će se uključiti zavisi od jačine mišićne kontrakcije, dok u drugom modu (“dot“) uključen je jedan LED segment, a u toku

kontrakcije uključuju se i isključuju naizmenično preostale diode jedna za drugom, dok će maksimalna kontrakcija uključiti samo jednu LED diodu.



Slika 3. Myoware 2.0 mišićni senzor povezan na SparkFun ReadBoard Plus razvojnu ploču pomoću MyoWare 2.0 Arduino šild



Slika 4. Myoware 2.0 mišićni senzor povezan na Arduino UNO razvojnu ploču

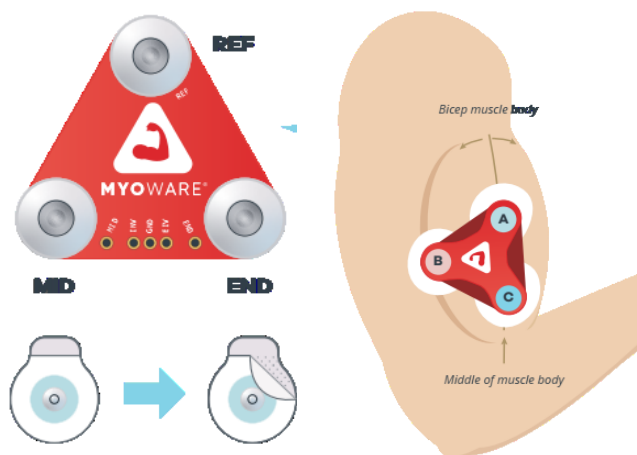
MyoWare 2.0 link šild koristi se za povezivanje mišićnog senzora na Arduino mikrokontroler; poseduje dva prekidača: jedan za napajanje i drugi i za odabir moda rada: RAW (Raw EMG), ENV (Envelope) i RECT (Rectifier). MyoWare 2.0 Arduino šild služi za povezivanje 6 mišićnih senzora i link šilodva na Arduino platformu.

Mišićni senzor može biti postavljen na 3 grupe mišića, slika 5: biceps, podlaktica i list, pri čemu je potrebno voditi računa o položaju pojedinačnih elektroda na mišiću.



Slika 5. Postavka MyoWare 2.0 mišićni senzora na tri grupe mišića: biceps, podlaktica i list [3]

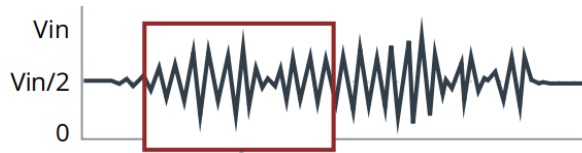
Elektroda **MID** sa oznakom **A** (slika 6) postavlja se na sredinu mišića ispitanika, elektroda **REF**, oznaka **B** na telo mišić, a elektroda **END** oznaka **C** u pravcu dužine mišića.



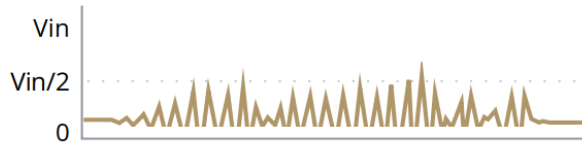
Slika 6. Postavka elektroda MyoWare 2.0 mišićni senzora mišić [3]

MyoWare senzor je dizajniran da može da se koristi direktno sa mikrokontrolerom [4]. Izlazni signal nije neobrađen (engl. raw) EMG signal već anvelopa (EMG- slika 7) pojačanog i ispravljenog signala. Slika 7, koji se posle obrađuje preko analogno-digitalnog konvertora (ADC) mikrokontrolera. MyoWare 2.0 takođe obezbeđuje i prikaz ispravljenog (RECT- slika 7) i neobrađenog signala (RAW-slika 7).

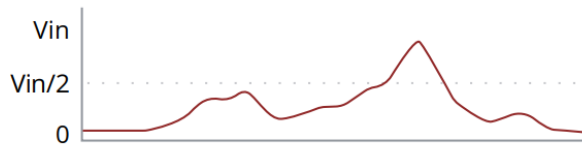
Raw EMG Output (RAW)



Rectified Output (RECT)



Envelope Output (ENV)



Slika 7. Neobrađen (RAW) EMG signal, ispravljen (RECT) EMG signal i anelopa (ENV) EMG signala

Zadatak:

- 1) Napisati program koji u okviru Arduino Serial Plotter-a prikazuje EMG signal sa MyoWare mišićnog senzora u realnom vremenu prilikom kontrakcije mišića ispitanika. Napomena: Za očitavanje vrednosti koristiti funkciju `analogRead()`. Brzinu serijske komunikacije podesiti na 115200 bita u sekundi (baud rate).
- 2) Prikazati preko Arduino Serial Plotter-a ispravljeni (rectifier) i neobrađeni (raw) signal sa EMG senzora. Napomena: prekidač za napajanje najpre prebaciti u OFF položaj na MyoWare 2.0 link šildu, nakon toga podesiti OUTPUT prekidač ili na Rectifier ili na Raw poziciju, a zatim prekidač za napajanje prebaciti u ON položaj. Snimljeni Raw signal je centriran oko naponskog ofseta od $+V_{in}/2$.

Reference

- [1] myoware.com
- [2] learn.sparkfun.com/tutorials/getting-started-with-the-myoware-20-muscle-sensor-ecosystem/standalone-example-0-leds
- [3] cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/1/9/5/6/MyoWare_v2_QuickStartGuide.pdf
- [4] cdn.sparkfun.com/assets/learn_tutorials/1/9/5/6/MyoWare_v2_AdvancedGuide-Updated.pdf
- [5] www.sparkfun.com/products/18158