

# ACTIVE PROSTHETIC HAND

**Michal Svoboda**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xvobo88@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jaroslav Balogh

E-mail: balogh@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The aim of this thesis is to propose and produce prototype of active hand prosthesis. Prototype is based on myoelectric prosthesis principle, therefore it is meant to be controlled by EMG signals. In this specific case signals will be scanned from healthy arm. Arduino UNO development kit was chosen as the main controller. For measuring EMG muscle activity Shield EKG/EMG Olimax was selected.

**Keywords:** EMG, electromyogram, 3D printers, prosthetic hand, Arduino UNO

## 1 ÚVOD

Vzrůstající zájem o adrenalinové sporty, práce s těžkou technikou či s výbušninami, dopravní nehody, válečná zranění a mnoho dalších událostí, mohou vést k závažnému poranění s trvalými následky. I přes zlepšující se bezpečnostní prvky se stále setkáváme s lidmi, kteří museli podstoupit amputaci končetiny, nebo se narodili s vrozenou vadou těla. Pro tyto osoby se pak běžné denní činnosti stávají úkony nad jejich síly. Cílem této práce je vytvořit prototyp aktivní protézy ruky, respektive náhrady předloktí, zápěstí a prstů. Protézu bude ovládat nositel gesty své zdravé ruky. Myšlenka je tedy taková, že protéza bude zrcadlit ruku zdravou.

## 2 AKTIVNÍ PROTÉZA RUKY

Protéza je pomůcka nahrazující ztracenou nebo nevyvinutou část těla a její funkce. Věda zabývající se vývojem a výrobou se nazývá Protetika. Vývoj nových technologií a materiálů používaných při výrobě protéz se v posledním desetiletí urychlil v důsledku vylepšení výrobních metod a používaných materiálů. Vede to k spolehlivějšímu a komfortnějšímu používání protetických pomůcek uživateli. Aktivní protetické náhrady lze rozdělit na protézy ovládané silou postiženého (tahové protézy), dále protézy ovládané silou zevní (myoelektrické protézy) a hybridní protézy. Neaktivní protézou je například kosmetická protéza, která nabízí minimální funkční možnosti a je využívána hlavně pro její, od originálu téměř nerozeznatelný, kosmetický vzhled.[4]

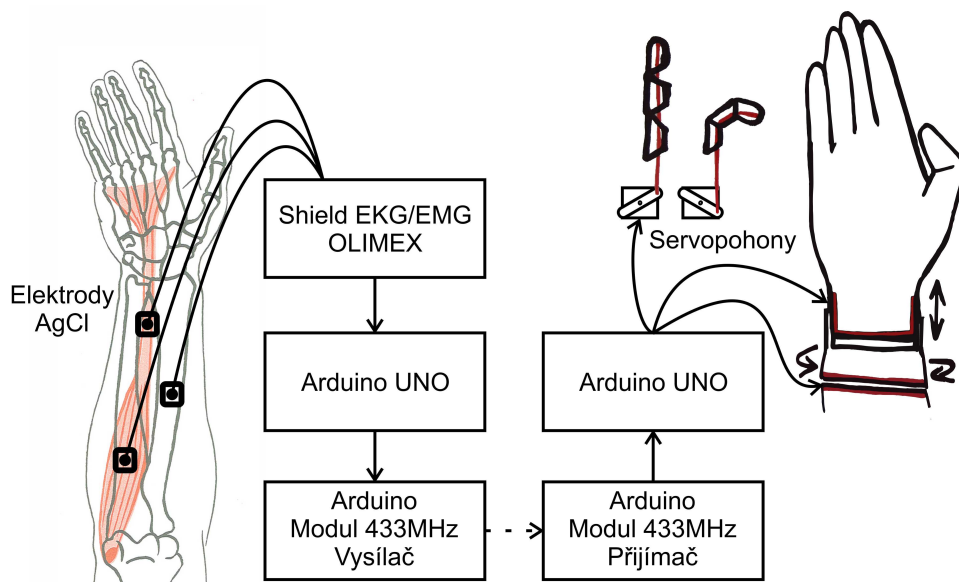
Tahové protézy kladou důraz především na funkčnost ruky. Obvykle bývá u těchto protéz náhrada ve tvaru kleští, kde pohyb těchto kleští je řízen jinou částí těla (paží, ramenem, zády nebo hrudníkem) za pomoci upínacího postroje. Používání tahových protéz je fyzicky vysilující a naučit se s protézou pracovat je zpočátku velice náročné. Také lze provádět úkony pouze mezi úrovní úst a úrovní pasu. Celý systém zatěžuje nepostiženou stranu pacienta, jelikož pohyby pro ovládnutí je potřeba vykonávat v nefyziologických vzorcích. To vede k hrubšímu a méně plynulému uchopovacímu pohybu. Výhodami tahových protéz jsou menší váha oproti myoelektronickým protézám, nižší pořizovací náklady, jednodušší údržba a servisní úkony. Tahové protézy jsou všeobecně odolnější na mráz, vlhkost, nečistoty a nárazy.[5]

Mioelektronické protézy obsahují jeden či více motorů, které umožňují oproti jiným protézám silnější a přesnější úchop. Kontrakce svalů paží ruky vyvolává elektrické napětí, jež je velice malé a rušené.

Elektrody naměřené napětí předají řídicí jednotce protézy, ta signál vyhodnotí a předá na motory, které pohybují rukou, zápěstím, popřípadě i loktem. V případě že je dobrý stav svalstva v pahýlu po amputačním zákroku a pacient se tyto svaly naučí ovládat, pak mu protéza může pomoci zvládat většinu běžných pohybů a úkonů. Myoelektrické protézy mají výrazně lepší estetický vzhled než tahové protézy, ale ani tak nedosahují dokonalosti protéz kosmetických. Nevýhodou je jejich značná hmotnost a vysoká pořizovací cena. S tím jde ruku v ruce větší poruchovost a nákladný servis. Většina dnešních myoelektrických protéz má nižší odolnost proti mrazu, vlhkosti a nárazům. Na druhou stranu dovolují pacientům vykonávat pohyb i nad úroveň úst, pod úroveň pasu a po stranách mimo středovou osu uživatele. Používání těchto protéz také brání atrofii svalstva amputačního pahýlu. Výsledkem této práce bude prototyp vycházející z principů myoelektrických protéz.[5]

## 2.1 NÁVRH PROTOTYPU

Svaly amputačního svalu bez řádného cvičení časem atrofují. Z tohoto se bude prototyp skládat ze dvou částí. První část bude sloužit ke snímání EMG aktivity svalů zdravé ruky, která se následně zpracuje do signálů, pomocí kterých se bude ovládat druhá část prototypu, samotná protéza. Návrh struktury systému je zobrazen na obrázku č. 1. Větší část dílů konstrukce protézy bude pro jednodušší a levnější výrobu vytištěna pomocí 3D tiskárny.



**Obrázek 1:** Blokové schéma systému pro snímání EMG signálu a aktivní protézy ruky.

## 2.2 ŘÍDICÍ JEDNOTKA ARDUINO UNO

Vyhodnocovací a řídicí jednotku v tomto projektu zastává open-source počítačová platforma Arduino UNO. Bude využita nejprve ve snímací soupravě k vyhodnocení zpracovaných EMG signálů. Dále bude využita v aktivní protéze pro řízení servomotorů podle instrukcí, které přijme ze snímací soupravy. Vývojový kit Arduino UNO disponuje 14 digitálními vstupně výstupními piny, z toho lze 6 využít jako PWM výstupy, 6 analogovými vstupy s 10 bitovým ADC, 2 sériovými linkami a SPI. Mikrokontrolér v tomto vývojovém kitu je osmibitový AVR procesor Atmel ATmega328P s 32 kB flash pamětí, 1024B EEPROM a maximální pracovní frekvencí 20MHz.[2]

K programování Arduina se využívá vývojové prostředí ArduinoIDE a lze programovat v jazyce C nebo C++ s pomocí komplexních knihoven Wiring. Součástí desky kitu je i USB, sloužící ke komunikaci s PC.[1]

Moduly slouží pro jednosměrnou bezdrátovou komunikaci dvou vývojových kitů Arduino. Vysílací a přijímací moduly pracují na frekvenci 433,92 MHz. Rychlost vysílače je až 4KB/s.[3]

### 2.3 MĚŘENÍ EMG AKTIVITY

Pro snímání elektrické aktivity svalů slouží elektromyograf (EMG). Ze získaných údajů jsme schopni zjistit zda sval je stažen, nebo se zrovna stahuje/roztahuje. Elektromyograf k neinvaznímu snímání EMG signálu využívá povrchových elektrod, kdy v tomto projektu jsou typu AgCl. Tento EMG signál se pohybuje ve frekvenčním pásmu 50-500Hz a hlavní složka signálů se nachází v pásmu 50-150 Hz. Pro naši potřebu se použije Shield pro snímání EKG/EMG pro vývojový kit Arduino od firmy Olimex.

### 2.4 POHYBOVÉ ÚSTROJÍ

V případě zápěstí musíme uvažovat o třech stupních volnosti. Protéza bude využívat pouze dva stupně volnosti, a to imitaci rotace ruky kolem osy předloktí a pohybu zápěstí nahoru a dolů. Oba tyto pohyby budou zajištěny pomocí servomotorů. Pohyb jednotlivých prstů bude prováděn za pomoci tahového ustrojí, které bude taženo silou serva a řízený mikroprocesorem. Návrat do roztažené polohy bude řešen systémem pružin nebo mechanismem kladek. U servomotoru bude potřeba kontrolovat odezvu na uchopený předmět, aby nedošlo k jeho rozdrčení či poškození protézy.

## 3 ZÁVĚR

Zařízení je v době publikace ve fázi vývoje prototypu na nepájivém poli. V současné době probíhá zkušební měření a zpracování EMG signálů. Předmětem další práce je zkompletování, vytvoření elektronické části a sady instrukcí pro řízení protézy vycházejících z naměřené aktivity.

## REFERENCE

- [1] Arduino: *Arduino board UNO*. [online], [2016], Citováno 8. března 2015.  
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [2] Atmel Corporation: *ATmega328P*. [online], [2016], Citováno 8. března 2015.  
<http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx>
- [3] Icstation.com: *433Mhz RF Transmitter And Receiver Kit*. [online], [2005-2016], Citováno 8. března 2015.  
[http://www.seeedstudio.com/wiki/433Mhz\\_RF\\_link\\_kit](http://www.seeedstudio.com/wiki/433Mhz_RF_link_kit)
- [4] Brozmanová, B. a kolektiv: *Ortopedická protetika*, Osveta, 1990, ISBN 80-217-0133-1
- [5] Paigerová, M.: *Srovnání jednotlivých typů protéz horních končetin. Ortopedická protetika*. [online], [1999], Citováno 8. března 2015.  
<http://www.ortotikaprotetika.cz/oldweb/Wc1dfa89a7ea17.htm>