

PROJEKT

STEROWNIKI ROBOTÓW

---

## Założenia projektowe

### Bioniczna ręka

### Hand

---

*Skład grupy:*

Kamil Drewnowski

Tomasz Bednarski

*Termin:* PT TN15

*Prowadzący:*

mgr inż. Wojciech DOMSKI

14 marca 2020

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Opis projektu</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Konfiguracja mikrokontrolera</b>	<b>2</b>
2.1	Mikrokontroler . . . . .	2
2.2	Moduły . . . . .	2
2.3	Konfiguracja pinów . . . . .	3
2.4	USART . . . . .	3
2.5	Zakładane działanie projektu . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Urządzenia zewnętrzne</b>	<b>4</b>
3.1	Serwomechanizm SG-90 . . . . .	4
3.2	Moduł Bluetooth HC-05 . . . . .	4
3.3	Ultradźwiękowy miernik odległości HC-SR04 . . . . .	4
3.4	Zielona dioda LED . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Konstrukcja mechaniczna</b>	<b>5</b>
4.1	Grafika druku . . . . .	5
4.2	Mechanizmy działania . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Opis działania programu</b>	<b>7</b>
5.1	Tabela komend . . . . .	7
5.2	Opis komend . . . . .	8
<b>6</b>	<b>Testy</b>	<b>8</b>
6.1	Pojedyncze zamykanie . . . . .	8
6.2	Tryb smart . . . . .	8
<b>7</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>9</b>
	<b>Bibilografia</b>	<b>10</b>

# 1 Opis projektu

Projekt zakłada zbudowanie bionicznej ręki - dłoni, umożliwiającej zasiskanie palców zgodnie z wolą osoby obsługującej urządzenie.

Sterowanie odbywać się będzie poprzez aplikacje na urządzeniu mobilnym, komunikującym się poprzez moduł Bluetooth.

Korpus ręki wykonany zostanie przy pomocy drukarki 3D, przy wykorzystaniu własnego projektu (posiłkując się gotowymi modelami).

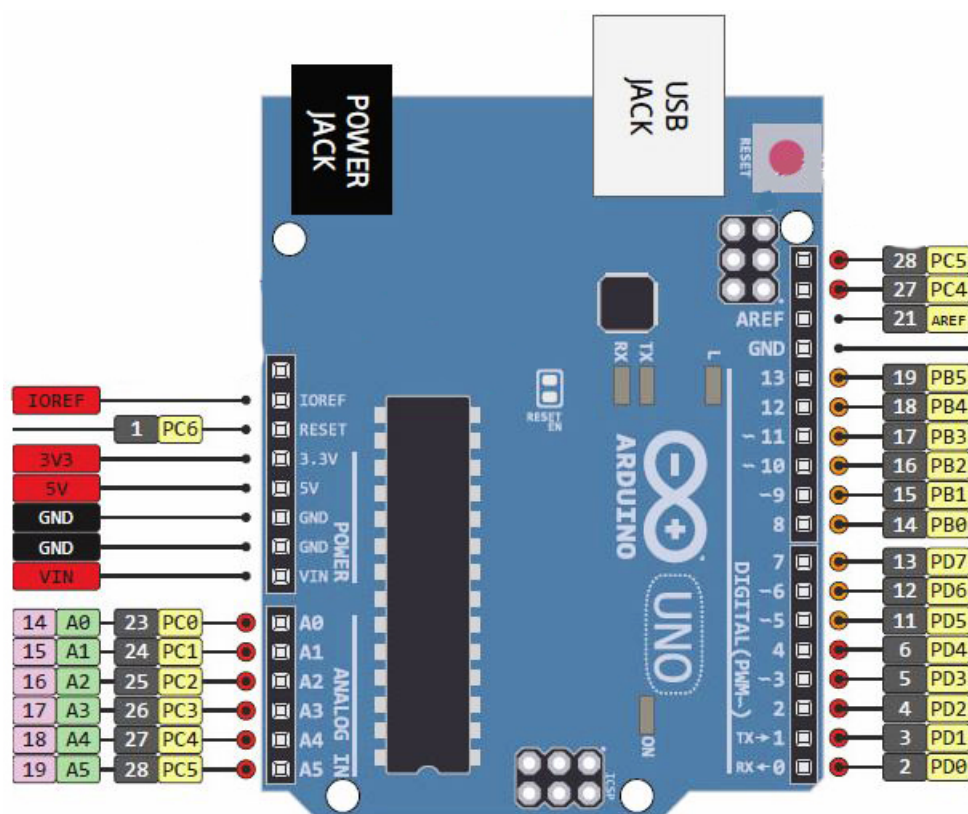
Sterowanie odbywać się będzie dzięki zamontowaniu serw oraz układu linek.

Urządzenie wykrywać będzie dodatkowo obecność obiektu w obrębie pracy „palców”.

## 2 Konfiguracja mikrokontrolera

### 2.1 Mikrokontroler

Projekt ręki opierać się będzie na mikrokontrolerze Arduino Uno ze względu na prostą budowę, łatwy dostęp do pinów oraz możliwość zasilania zarówno z portu USB oraz zasilacza 12 V.



Rysunek 1: Schemat wejść oraz wyjść mikrokontrolera Arduino UNO

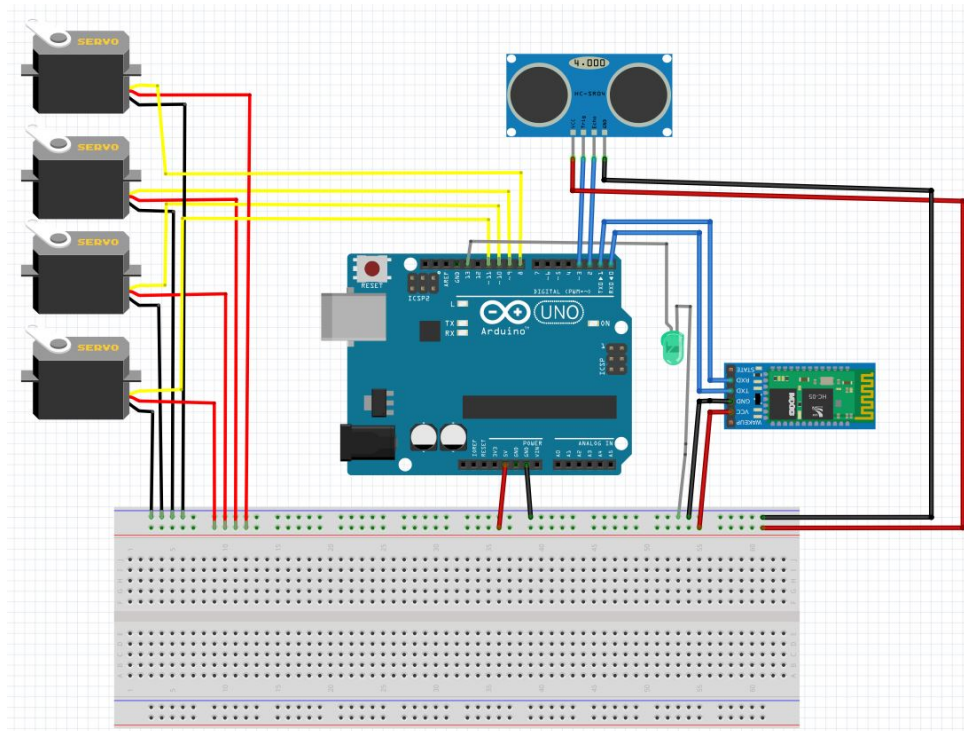
### 2.2 Moduły

Do projektu wykorzystane będą również następujące moduły:

1. Cztery serwomechanizmy SG-90. Ich zadaniem będzie ściąganie poszczególnych linek ciągnących za palce, a co za tym idzie zaciśnięcie palców. Dwa palce będą działały jednocześnie ze względów oszczędności miejsca oraz ograniczeniu kosztów budowy.
2. Moduł Bluetooth HC-05. Pozwoli on na komunikację z urządzeniem mobilnym oraz przesyłanie komunikatów w obu kierunkach.

3. Ultradźwiękowy miernik odległości HC-SR04. Jego zadaniem będzie kontrola obecności obiektu w strefie zacisku ręki.
4. Zielona dioda LED sygnalizująca pracę serwomechanizmów

## 2.3 Konfiguracja pinów



Rysunek 2: Schemat połączeń w programie Fritzing

Numer pinu	PIN	Tryb pracy	Funkcja/etykieta
2	PD0	RX	Bluetooth RX
3	PD1	TX	Bluetooth TX
4	PD2	Digital in	HC-SR04 Echo
5	PD3	Digital out	HC-SR04 Trig
14	PB0	Digital out	Servo 1 signal
15	PB1	Digital out	Servo 2 signal
16	PB2	Digital out	Servo 3 signal
17	PB3	Digital out	Servo 4 signal
19	PB5	Digital out	LED
GND			
5V			

Tabela 1: Konfiguracja pinów mikrokontrolera

## 2.4 USART

Interfejs szeregowy wykorzystany będzie do debugowania urządzenia, wysyłania do użytkownika informacji o obecnym stanie robota oraz informowania o wykonywanym zadaniu. Funkcje jakie będzie posiadać ręka:

Parametr	Wartość
Baud Rate	9600
Word Length	16 Bits
Parity	None
Stop Bits	1

Tabela 2: Konfiguracja peryferium USART

## 2.5 Zakładane działanie projektu

Początkowy plan zakłada zaprogramowanie mikrokontrolera w sposób umożliwiający zdalne kontrolowanie pracy ręki poprzez wpisywanie odpowiednich komend w aplikacji mobilnej.

1. Sterowanie wybranymi palcami pojedynczo.
2. Zamykanie/otwieranie wszystkich palców jednocześnie.
3. Zamykanie dłoni bez użycia aplikacji (przy pomocy modułu ultradźwiękowego) na określony czas.

## 3 Urządzenia zewnętrzne

Do projektu wykorzystane będą również następujące moduły:

1. Cztery serwomechanizmy SG-90. Ich zadaniem będzie ściągnięcie poszczególnych linek ciągnących za palce, a co za tym idzie zaciśnięcie palców. Dwa palce będą działały jednocześnie ze względów oszczędności miejsca oraz ograniczeniu kosztów budowy.
2. Moduł Bluetooth HC-05. Pozwoli on na komunikację z urządzeniem mobilnym oraz przesyłanie komunikatów w obu kierunkach.
3. Ultradźwiękowy miernik odległości HC-SR04. Jego zadaniem będzie kontrola obecności obiektu w strefie zacisku ręki.
4. Zielona dioda LED sygnalizująca pracę serwomechanizmów

### 3.1 Serwomechanizm SG-90

Cztery serwomechanizmy służące do zamykania palców w zaprogramowany sposób.

Serwomechanizm SG-90	
Napięcie pracy	4,5V - 6V
Waga	9g
Moment	1,8 kg/cm

Tabela 3: Serwomechanizm SG-90

### 3.2 Moduł Bluetooth HC-05

Moduł umożliwiający zdalną komunikację urządzenia z urządzeniem mobilnym na określonej odległość

Moduł Bluetooth HC-05	
Napięcie pracy	3,3V - 6V
Komunikacja	UART (RX, TX)
Zasięg	do 10 m

Tabela 4: Moduł Bluetooth HC-05

### 3.3 Ultradźwiękowy miernik odległości HC-SR04

Pozwala on na określenie czy w zasięgu ruchu dłoni znajduje się przedmiot.

Ultradźwiękowy miernik odległości HC-SR04	
Napięcie pracy	5V
Zakres pomiarowy	od 2 cm do 200 c
Częstotliwość pracy	40 kHz

Tabela 5: Ultradźwiękowy miernik odległości HC-SR04

### 3.4 Zielona dioda LED

Informuje użytkownika o pracy któregośkolwiek z serw zamontowanych w urządzeniu

Zielona dioda LED	
Napięcie pracy	od 2,3V do 2,5 V
Obudowa	5mm średnicy
Prąd	20 mA

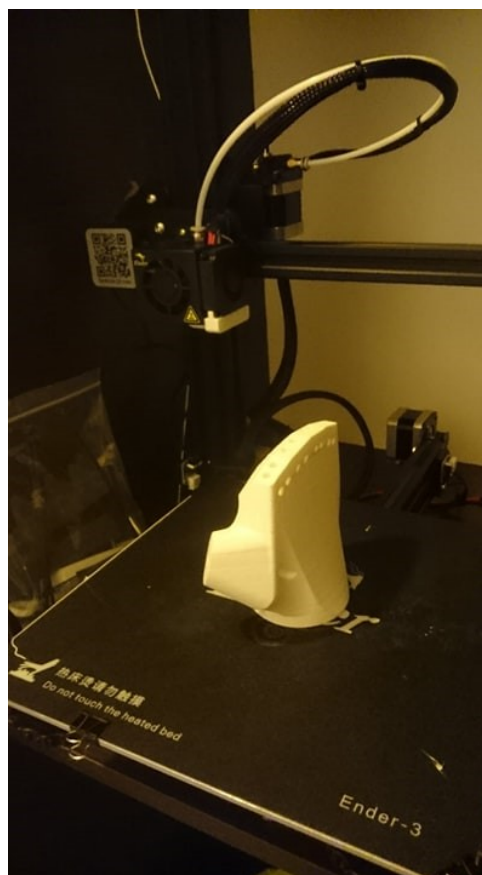
Tabela 6: Zielona dioda LED

Rozdział ten powinien zawierać opis i konfigurację wykorzystanych układów zewnętrznych, jak np. akcelerometr.

## 4 Konstrukcja mechaniczna

Konstrukcja urządzenia została stworzona w oparciu o technologię druku 3D, dzięki temu urządzenie jest zoptymalizowane pod względem rozmiarów oraz swoją budową imituje ludzką część ciała.

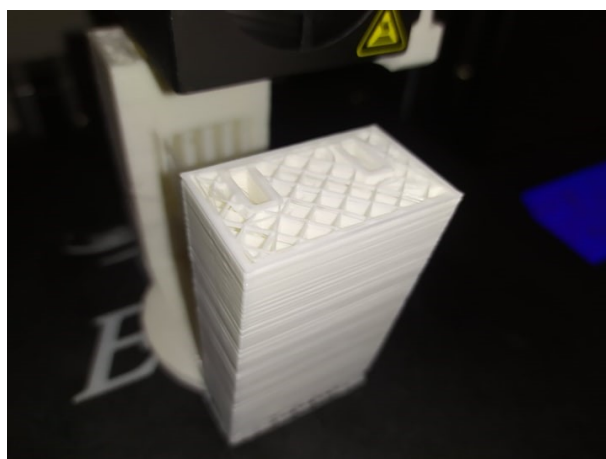
### 4.1 Grafika druku



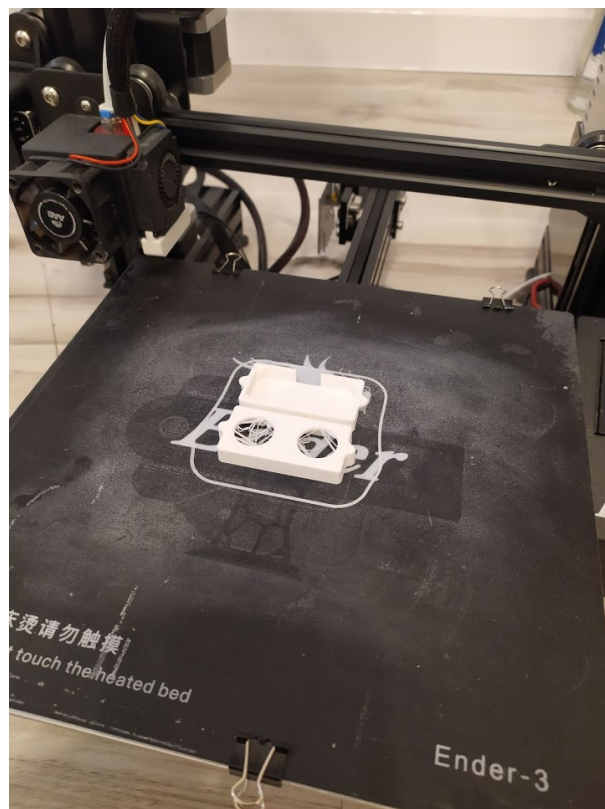
Rysunek 3: Druk środka dłoni



Rysunek 4: Gotowy wydruk dłoni wraz z palcami



Rysunek 5: Druk mocowania na silniki wraz z wydrążonymi tunalami na przewody



Rysunek 6: Druk mocowania na ultradźwiękowy miernik odległości

## 4.2 Mechanizmy działania

Zamykanie i otwieranie się palców oparte jest na dwóch kluczowych elementach. Zamykanie możliwe jest dzięki zestawowi linek prowadzonych przez tunele wewnątrz palców oraz serw ciągnących za te linki (niczym ścięgna w ludzkim organizmie). Otwieranie natomiast za sprawą gumy w tylnej części palców, która przez swój naciąg przywraca palce do stanu początkowego (otwartej dłoni).

Elementy w znacznej większości zostały opracowane, zaprojektowane oraz wydrukowane przez twórców projektu. Przy tworzeniu elementów dłoni posilkowano się gotowymi wzorami.

Mikrokontroler oraz większość okablowania znajduje się w dolnej części ręki, została ona zaprojektowana w taki sposób, by podłączanie przewodów nie było uciążliwe, a zarazem maksymalnie minimalizując jej rozmiary.

## 5 Opis działania programu

### 5.1 Tabela komend

Działanie programu przedstawione jest w poniższej tabeli. Wyjaśnia ona jaką komenda wysłana za pomocą aplikacji mobilnej odpowiada jakiej czynności dłoni.



1	Zamykanie pierwszego palca (kciuk)
2	Otwieranie pierwszego palca (kciuk)
3	Zamykanie drugiego palca (wskazujący)
4	Otwieranie drugiego palca (wskazujący)
5	Zamykanie trzeciego palca (środkowy)
6	Otwieranie trzeciego palca (środkowy)
7	Zamykanie czwartego palca (serdeczny i mały)
8	Otwieranie czwartego palca (serdeczny i mały)
9	Tryb smart - automatyczne zamykanie i otwieranie dłoni
q	Zamykanie pierwszego palca do połowy (kciuk)
w	Otwieranie pierwszego palca do połowy (kciuk)
e	Zamykanie drugiego palca do połowy (wskazujący)
r	Otwieranie drugiego palca do połowy (wskazujący)
t	Zamykanie trzeciego palca do połowy (środkowy)
y	Otwieranie trzeciego palca do połowy (środkowy)
u	Zamykanie czwartego palca do połowy (serdeczny i mały)
i	Otwieranie czwartego palca do połowy (serdeczny i mały)

Tabela 7: Komendy i ich wyjaśnienia

## 5.2 Opis komend

Zamykanie / otwieranie palców to komenda pozwalająca na zdalne zamknięcie oraz otwarcie palca. Przy otwieraniu palec początkowo jest zamykany (jeżeli w początkowym stanie nie jest zamknięty) po czym następuje jego powolne otwarcie. W trakcie działania użytkownik informowany jest o działaniu przy pomocy zielonej diody sygnalizacyjnej umieszczonej w dolnej części urządzenia.

Zamykanie / otwieranie palców do połowy to komenda pozwalająca na zdalne zamknięcie oraz otwarcie palca do połowy jego zakresu ruchowego. Przy otwieraniu palec początkowo jest zamykany (jeżeli w początkowym stanie nie jest zamknięty) po czym następuje jego powolne otwarcie do połowy zakresu jego ruchu. W trakcie działania użytkownik informowany jest o działaniu przy pomocy zielonej diody sygnalizacyjnej umieszczonej w dolnej części urządzenia.

Tryb smart pozwala na automatyczne zamknięcie dłoni jeżeli w obrębie zakresu ruchu palców znajduje się obiekt (w odległości mniejszej niż 15 cm od ultradźwiękowego miernika odległości). Po wykryciu obiektu dłoni jest zamykana na czas 5 sekund, po czym ponownie otwierana. Ponowne zamknięcie dłoni możliwe jest po czasie 0,5 sekundy. Wyjście z trybu smart możliwe jest poprzez wpisanie jakiegokolwiek komendy poprzez aplikację z którą połączony jest moduł bluetooth.

## 6 Testy

Działanie projektu poddane zostało długotrwałym testom opisanym w poniższych punktach.

### 6.1 Pojedyncze zamykanie

Z urządzenia mobilnego wysłano łącznie sto pojedynczych komend mających na celu zamknięcie oraz otwarcie palców. Każde żądanie zostało poprawnie wykonane.

Ewentualne błędy opierały się na zbyt słabym naciągu gumy, palce nie otwierały się do końca. Problem ten dotyczył przede wszystkim jakości użytych materiałów.

### 6.2 Tryb smart

Działanie trybu smart oparto na uruchomieniu go za pomocą aplikacji na urządzeniu mobilnym oraz oczekiwaniu na możliwe błędy. W przeciągu 10 minut ręka nie wykonała ani jednej czynności „z własnej woli” bez faktycznych powodów, co uznać można za pożądaną efekt.

Działaniu poddany został również zacisk dłoni w sytuacji faktycznego umieszczenia obiektu w jej zasięgu. Podczas wykonanych dwudziestu prób wszystkie zakończyły się samoczynnym zamknięciem dłoni oraz jej otwarciem po określonym czasie. Podczas testu nie było konieczności wysyłania komend przez aplikację do ręki.

## 7 Podsumowanie

Wykonany projekt jest całkowicie zgodny z założeniami oraz dopracowany w najmniejszych szczegółach. Działanie potwierdzone testami dowodzi poprawności wykonania oraz prawidłowej konstrukcji dłoni.

Uzyskana ręka z całą pewnością nie zastąpi ludzkiej ręki. Jej głównymi wadami jest bardzo mały udźwig oraz niska wytrzymałość. Problemy te są przede wszystkim efektem użytych materiałów, mała moc serw oraz plastik z jakiego została wykonana dłoń uniemożliwiają zastosowanie jej w medycynie. Jest natomiast bardzo dobrą podstawą do budowy bardziej zaawansowanych protez dłoni, dając przykład schematu działania oraz obrazując podstawowe mechanizmy działania ludzkiej dłoni.

## Literatura

<https://botland.com.pl/pl/>

<https://fritzing.org/home/>

<https://www.thingiverse.com/thing:17773>

<https://www.ottobock.pl/protezy-konczyn/produkty-od-a-do-z/bebionic-bioniczna-reka/>

<https://printo3d.pl/troubleshooting/>