



**POLITECNICO DI MILANO**

SCHOOL OF INDUSTRIAL AND INFORMATION ENGINEERING

---

*Master of Science in Biomedical engineering.  
Department of Electronics, Information and Bioengineering.*

**THE E-GLOVE:  
DESIGN, PRODUCTION AND VALIDATION OF A  
WEARABLE DEVICE FOR REHABILITATION OF THE  
NEUROLOGICAL HAND.**

***Supervisors:***

Prof. Carlo Albino FRIGO  
Dott. Rune THORSEN

***Author:***

Filippo CINOTTI  
ID: 916236

*Academic year: 2019-2020*



## TABLE OF CONTENTS

<u>CHAPTER</u>		<u>PAGE</u>
	SOMMARIO (Italiano) .....	v
	SUMMARY .....	ix
<b>8.</b>	<b>APPENDICES AND ADDITIONAL MATERIAL.....</b>	<b>2</b>
A.	INTEGRAL VERSION OF ARDUINO CODES USED .....	
	FOR FORCE SENSORS TESTING .....	3
B.	INTEGRAL VERSION OF ARDUINO CODE USED AS .....	
	BOARD SOFTWARE .....	7
C.	INTEGRAL VERSION OF GUI CODE .....	28
D.	INTEGRAL VERSION OF THE WEBSITE CODE .....	34
E.	LSB DEFINITION AND CALCULUS .....	117
F.	BLE COMMUNICATION .....	120
G.	E-GLOVE BOX .....	123
H.	CLINICAL APPLICABILITY QUESTIONNAIRE .....	126



## SOMMARIO (Italiano)

Disfunzioni della mano possono rappresentare un grave ostacolo allo svolgimento di attività di vita quotidiana (ADL), come mangiare, pulire, cucinare, guidare, lavorare, vestirsi, fare il bagno, ecc. Per le persone con disabilità agli arti superiori, queste attività possono risultare particolarmente difficili, se non addirittura impossibili.

Secondo quanto osservato dalla 7a edizione delle “Linee guida italiane sull'ictus cerebrale”, redatta dalla *Stroke Prevention and Educational Awareness Diffusion (SPREAD)*, l'ictus è la principale causa di disabilità degli arti superiori (1). In Italia, circa 196.000 persone ogni anno sono colpite da episodi di ictus ed il numero di soggetti attualmente residenti nel paese che hanno avuto un ictus e sono sopravvissuti, con esiti più o meno invalidanti, può essere calcolato in circa 930.000 individui.

A seguito di tale evento, si stima che circa il 20% dei soggetti non recuperi l'uso dell'arto superiore e che la maggior parte degli stessi (dal 65 all'85%) subisca un recupero solo parziale.

Il numero degli individui con disabilità agli arti superiori aumenta notevolmente se si considera che anche altre cause quali sclerosi multipla (SM), lesione del midollo spinale (SCI), artrite reumatoide (RA) ed incidenti traumatici possono portare a danni alla mano.

A seguito di alterazioni neurologiche, come nel caso dell'ictus, la riabilitazione motoria sensoriale si è rivelata essenziale per il recupero del controllo motorio. Nello specifico, la rieducazione sensoriale è una tecnica attualmente utilizzata nella moderna fisioterapia per riqualificare percorsi sensoriali o stimolare percorsi inutilizzati.

Questa terapia può essere combinata con esercizi in cui il paziente manipola oggetti diversi mentre identifica e valuta le prestazioni di presa. Sia il terapeuta che i pazienti possono valutare parametri di prestazione come la forza di presa e la velocità, valutando l'esecuzione dell'azione su oggetti di diversa consistenza e peso.

Tuttavia, la valutazione delle performance e dei progressi dei pazienti è solitamente soggettiva in quanto, ad oggi, sono disponibili pochi strumenti che consentano una valutazione oggettiva dei parametri di interesse. Nella pratica clinica, la valutazione della funzionalità della mano viene eseguita principalmente utilizzando scale qualitative compilate direttamente da medici e terapisti.

Ciò riduce l'efficienza della misurazione e del monitoraggio dei progressi mostrati dal paziente durante l'evoluzione del percorso riabilitativo, riducendo infine l'efficacia stessa del processo.

Questo progetto si concentra sulle esigenze dei pazienti affetti da mano neurologica, con l'obiettivo di dare a loro ed ai terapeuti che ne supportano il processo riabilitativo, uno strumento in grado di monitorare in maniera oggettiva i risultati ottenuti, migliorando gli esiti riabilitativi.

In particolare, l'obiettivo principale di questo lavoro è la progettazione, implementazione e validazione di un sistema leggero, wireless e indossabile, denominato E-glove, dedicato al monitoraggio della forza esercitata durante un'azione di presa da un paziente affetto da Sclerosi Multipla (SM), Lesioni al midollo spinale (SCI), Artrite reumatoide (RA), ma anche pazienti post-ictus e soggetti che hanno subito un intervento chirurgico alla mano. Il dispositivo prodotto deve essere in grado di quantificare e condividere con i medici i valori di forza espressi dal paziente, consentendo così un monitoraggio obiettivo degli output riabilitativi durante il decorso clinico.

Questo documento raccoglie tutte le informazioni sui materiali utilizzati, il processo di realizzazione, i test eseguiti ed i risultati ottenuti al fine di realizzare il prototipo ultimo di E-glove.

Il risultato di questo progetto è stata la realizzazione di un prototipo perfettamente funzionante basato su ESP32, una scheda elettronica che integra un modulo IoT compatibile con Arduino, integrata all'interno di un guanto ai cui polpastrelli sono stati cuciti dei sensori di forza appositamente realizzati, in posizioni che sono state definite dalla letteratura come quelle maggiormente coinvolte all'azione di presa. Inoltre, sono stati configurati alcuni LED che consentono una visualizzazione intuitiva e in tempo reale dei valori di forza misurati dal dispositivo.

Per garantire una migliore indossabilità del dispositivo e per ridurre la possibile influenza dello stesso sui movimenti fisiologici del paziente, E-glove è stato dotato di un modulo Bluetooth (BLE) 4.0 a basso consumo energetico e di un modulo Wifi che consentono una rapida ed efficace comunicazione senza fili.

Tutti i componenti sono stati testati per valutarne le prestazioni, l'influenza delle condizioni al contorno e per validare la riproducibilità del processo di realizzazione seguito, riportando tutti i risultati e la procedura di collaudo al fine di consentire a terzi di riprodurre la stessa attività.

Come illustrato nei capitoli successivi, alla realizzazione di E-glove, è stata accompagnata quella di un'applicazione web di supporto che permette all'utente di visualizzare e controllare l'attività dell'E-

glove ed alla quale si può accedere da qualsiasi dispositivo, ovunque si trovi entro 100m dall'ausilio riabilitativo.

Includendo la descrizione di tutte le caratteristiche principali del dispositivo, più una serie di spunti interessanti per sviluppare ulteriormente la piattaforma e dare spazio alla telemedicina e alla riabilitazione "domestica", questa applicazione web rappresenta un'impronta visibile del rilevanza di questo lavoro e quanto ancora resta ancora da ultimare.

Il lavoro si conclude con una serie di pareri e impressioni sul dispositivo espresse da medici, terapisti e ingegneri del reparto spinale dell'ospedale Niguarda di Milano e della Fondazione Don Gnocchi di Milano, raccolte a seguito di una serie di presentazioni dimostrative del dispositivo proposte al pubblico. I risultati ottenuti hanno confermato la bontà del lavoro svolto, riaffermando la volontà dei partecipanti a testare le proprietà del dispositivo in una prova clinica che coinvolga direttamente i pazienti stessi. In aggiunta, è stata riscontrata una buona impressione relativamente al dispositivo che ha ottenuto un punteggio di 4,5/5 nel test QUEST (Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology), un test pre-validato che permette un confronto con ausili riabilitativi alternativi già in uso nel settore.

La raccolta di opinioni e dubbi da parte di esperti e potenziali utenti è stata utile anche per raccogliere informazioni, critiche e spunti che potrebbero essere d'aiuto nella definizione delle future aree di sviluppo del dispositivo.

Oltre ad un possibile utilizzo nel campo della valutazione funzionale e della validazione delle scale cliniche, lo sviluppo di E-glove ha aperto interessanti prospettive anche per quanto riguarda il possibile sfruttamento dei dati in un sistema ad anello chiuso per l'ottimizzazione dei parametri di stimolazione elettrica funzionale (FES) in un ausilio preesistente e dedicato alla riabilitazione della mano neurologica.

In particolare, i valori di forza misurati potrebbero essere utilizzati per modulare i parametri di stimolazione (intensità, durata, ecc.) del dispositivo preesistente MeCFES (Myoelectrically Controlled Functional Electrical Stimulation), valutando l'interazione tra la mano e gli oggetti target, durante un'azione di presa. Analizzando la segnale biologico raccolto, sarà possibile regolare la forza all'interfaccia mano-oggetto aumentando o diminuendo la stimolazione muscolare per dare al paziente la possibilità di ottenere una forza di presa costante risultante in un'azione funzionale e simil-fisiologica. Il raggiungimento di una forza di presa costante potrebbe, quindi, essere utile per consentire al paziente di spostare correttamente l'oggetto di riferimento.

Molti aspetti meritano di essere ulteriormente approfonditi e sviluppati partendo dall'hardware di e-glove che potrebbe essere miniaturizzato ed incluso in un e-watch o simile, passando dalla piattaforma di telemedicina e concludendo con alcuni test clinici da eseguire sui pazienti prima di poter rilasciare il dispositivo.

La strada è stata definita, ora è il momento di esplorare, creare e andare oltre i limiti cercando di realizzare un dispositivo che abbia un impatto reale sulle abitudini cliniche e sugli esiti riabilitativi.



## SUMMARY

Hand dysfunctions could represent a severe obstacle to accomplish activities of daily living (ADL), like eating, cleaning, cooking, driving, working, dressing, bathing, etc. For people with upper limb impairment, these tasks may result particularly difficult, if not impossible.

According to the 7th edition of the Italian Guidelines on Cerebral Stroke (2012) of the Stroke Prevention and Educational Awareness Diffusion (SPREAD), stroke is the leading cause of upper-limb disability (1). In Italy, about 196,000 people experience a stroke episode every year and the number of subjects who have had a stroke and survived it, with more or less disabling outcomes, can be calculated as about 930,000.

After a cerebrovascular accident (CVA), it is estimated that about 20% of subjects do not recover the use of the upper limb and that most of the subjects (from 65 to 85%) undergo a partial recovery.

This number dramatically increases when considering that also Multiple Sclerosis (MS), Spinal Cord Injury (SCI), Rheumatoid Arthritis (RA) and traumatic accidents may lead to hand impairment.

After neurological insults, such as stroke, motor-sensory rehabilitation has revealed to be essential for motor control recovery. Specifically, sensory re-education is a currently-used technique in modern physiotherapy to retrain sensory pathways or stimulate unused pathways.

Task-oriented therapy can be combined with exercises in which the patient is manipulating different objects while identifying and evaluating the grasping performances. Both therapists and patients may determine performance parameters like grasp force and speed by timing execution of manipulating objects with different textures and weights.

However, the evaluation of patients' performance and progress is usually subjective because few adequate objective measures are available. Hand functionality assessment is mainly performed by using qualitative scales directly compiled by doctors and therapists.

This reduces the efficiency of measuring and keeping track of patients' signs of progress and evolution during the rehabilitation course.

Therefore, this project focuses on the needs of patients with neurological hand, trying to provide them and the therapists that support their rehabilitation process a powerful tool to increase rehabilitation outputs.

In particular, the main aim of this project is the design, implementation and validation of a lightweight, wireless and wearable system, called E-glove, dedicated to monitoring the force exerted during a gripping action by a patient suffering from Multiple Sclerosis (MS), Spinal Cord Injury (SCI), Rheumatoid Arthritis (RA), but also post-stroke patients and individuals who have had hand surgery. The produced device should be capable of quantifying and sharing with clinicians the force values expressed by the patient, thus allowing objective monitoring of the rehabilitative outputs during the clinical course.

This thesis manuscript group all the information about the used materials, the realization process, the processed tests and the obtained results that have been performed in order to get the final prototype of the e-glove.

The final result of this project was the creation of a fully functional prototype based on ESP32, an electronic board integrating an IoT module compatible with Arduino, mounted on a glove whose fingertips, in positions that have been defined by the literature as those most involved in the gripping action, were sewn some force sensors specially made for the application. In addition, some LEDs, which allow an intuitive and real-time visualization of force values measured by the device, have been integrated.

To guarantee freedom of operation of the device and to reduce the possible influence over the physiological movements of the patient, E-glove has been equipped with a low-energy Bluetooth (BLE) 4.0 module and a Wifi module that allow rapid, effective and wireless communication.

All the components have been tested to evaluate their performances, the influence of boundary conditions and to prove the reproducibility of the performed realization process reporting all the results and the testing procedure in order to allow thirds to reproduce the same activity.

As illustrated in the next chapters the E-glove, was accompanied by a support web application that allows the user to view and control the activity of the E-glove, which can be accessed from any device, wherever it is within 100m from the rehabilitation aid. Including the description of all the main features of this device, plus a series of interesting ideas from which to start in order to develop the platform further and giving space to telemedicine and "at home" rehabilitation, this web application represents a visible imprint of the relevance of this work and how much still needs to be done.

The work is concluded by a series of opinions and impressions on the device expressed by doctors, therapists and engineers of the Niguarda hospital's spinal unit in Milan and the Don Gnocchi Foundation in Milan, collected on a series of demonstration presentations of the proposed device to the clinicians. The results obtained confirmed the goodness of the work carried out, reaffirming the desire of the participants to test the properties of the device in a practical test that also involves the patients themselves, but also an excellent general impression obtained by the device that received a score of 4.5 /5 in the QUEST test (Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology). This pre-validated test allows a comparison with alternative aids in the sector.

Collecting opinions and doubts from experts and potential users were also useful to gather information, criticisms and ideas that could be of considerable help in defining the future areas of development of the device.

In addition to a possible use in the field of functional evaluation and validation of clinical scales, the development of E-glove has opened interesting perspectives regarding the potential use of data in a closed-loop control system for the optimization of functional electrical stimulation (FES) parameters in a pre-existing aid dedicated to the rehabilitation of the neurological hand.

In particular, measured force values might be used to modulate the stimulation parameters (intensity, duration, etc.) by the pre-existing MeCFES (Myoelectrically Controlled Functional Electrical Stimulation) device, evaluating the interaction between the hand and the target objects during a grasping action. By analyzing the grip force exerted, it will be possible to adjust the force at the hand-object interface by increasing or decreasing muscle stimulation to give the patient the possibility of obtaining a constant force resulting in a functional and physiological-like grip dependent on the characteristics of the targeted object. Achieving a continuous gripping force will then allow the patient to move the reference object correctly.

However, there is a lot that deserves to be further explored and developed, starting from e-glove hardware that could be miniaturized and included in an e-watch or similar, passing from the telemedicine platform and concluding with some real testing on patients before releasing the device.

The way has been defined, now is time to explore, create and go beyond limits trying to realize a device with a real impact on clinical habits and rehabilitation results.



## **CHAPTER 8**

### **APPENDICES AND ADDITIONAL MATERIAL**

This section collect all the additional raw materials that have not been entirely presented in the previous paragraphs of this work.

In particular, the following contents have been reported:

- A. Integral version of Arduino code used for the prototype board;
- B. Integral version of Arduino code used as board software;
- C. Integral version of the GUI code;
- D. Integral version of the website code;
- E. LSB definition and calculus;
- F. BLE communication;
- G. E-glove box;
- H. Clinical applicability questionnaire

**A. INTEGRAL VERSION OF ARDUINO CODES USED FOR FORCE  
SENSORS TESTING**

## **LINEARITY, DRIFT, RANGE AND HYSTERESIS TESTING**

**“Testing\_Lin\_Hy.ino”**

```
// Code used to program the board for Linearity, sensibility and Hysteresis testing
//Variables for Finger Force
int pressa=A1; // It has been firstly considered the 4 most significative values of force
// Sensor 1
float sensore;
void setup() {
  // initialize the serial communication:
  Serial.begin(115200);
  //Setting up the ports for analog signals reading
  pinMode(pressa, INPUT);
}
void loop() {
  // Finger presssure read --> For sensors position reference see the pic of the glove
  sensore = analogRead(pressa);
  Serial.print("SENSORE = ");
  Serial.println(sensore);
}
```

## THERMAL STABILITY TESTING

### “Testing\_temp.ino”

```
// Code used to program the board for Temperature testing

//Variables for Finger Force

int pressa=A1; // It has been firstly considered the 4 most significant values of force

// Connect the S tab of the Temperature Sensor to A3

int sensorPin = A3;

// Sensor 1

float sensore;

// Variable to store raw temperature

long rawTemp;

// Variable to store voltage calculation

float voltage;

// Variable to store Celsius value

float celsius;

void setup() {

  // initialize the serial communication:

  Serial.begin(115200);

  //Setting up the ports for analog signals reading

  pinMode(pressa, INPUT);

  // Set the temperature sensor pin as an INPUT:

  pinMode(sensorPin, INPUT);

  // Set pin A5 to use as a power pin for the temp sensor
```



```
pinMode(A5, OUTPUT);
digitalWrite(A5, HIGH);
}
void loop() {
// Finger presssure read --> For sensors position reference see the pic of the glove
sensore = analogRead(pressa);
Serial.print("SENSORE = ");
Serial.println(sensore);
// Read the raw 0-1023 value of temperature into a variable.
rawTemp = analogRead(sensorPin);
// Calculate the voltage, based on that value.
// Multiply by maximum voltage (3.3V) and divide by maximum ADC value (1023).
voltage = rawTemp * (3.3 / 1023.0);
// Calculate the celsius temperature, based on that voltage..
celsius = (voltage - 0.5) * 100;
Serial.print("Celsius: "); // Print celcius temp to serial monitor
Serial.println(celsius);
}
```

**B. INTEGRAL VERSION OF ARDUINO CODE USED AS BOARD  
SOFTWARE**

## PROTOTYPAL BOARD SOFTWARE CODE

### “Board\_software.ino”

```
#include <SoftwareSerial.h>

//Pins *****

//UART TO HM10 Module

const uint8_t bluRX_ardTXpin = 9;
const uint8_t bluTX_ardRXpin = 8;

// Code used to program the Arduino prototype

//Variables for Finger Force

int pressa=A1, pressb=A2, pressc=A3, pressd=A4; // It has been firstly considered the 4 most significative values of
force

// Sensor 1

int Indicerimappato;

float indice, indicetot, forzaindice=0;

// Sensor 2

int Pollicerimappato;

float pollice, pollicetot, forzapollice=0;

// Sensor 3

int Mediorimappato;

float medio, mediotot, forzamedio=0;

// Sensor 4

int Arcorimappato;

float arcotot, arco, forzaarco=0;

// General
```

```

int cont, DirezioneNS=0, DirezioneEO=0, Movimento=0;
float accelx, accely, gtoN=9.81/1000, inter=-25.161, slope=0.3418 ,invslope= 1/slope;
int remainingtime;
String comma=",";
String dato= " ";
int forzaindrim, forzapolrim, forzamedrim, forzaarcrim, hund=100, caltime=2000;
SoftwareSerial bluetooth(bluTX_ardRXpin, bluRX_ardTXpin);
//function prototypes
void checkBluetooth();
void setup() {
  // initialize BT module
  bluetooth.begin(9600);
  // initialize the serial communication:
  Serial.begin(9600);
  //Set BT name
  bluetooth.print("AT+NAMEE-glove");//found this here:
  ftp://imall.iteadstudio.com/Modules/IM130614001_Serial_Port_BLE_Module_Master_Slave_HM-10/DS_IM130614001_Serial_Port_BLE_Module_Master_Slave_HM-10.pdf
  //Setting up the ports for analog signals reading
  pinMode(pressa, INPUT);
  pinMode(pressb, INPUT);
  pinMode(pressc, INPUT);
  pinMode(pressd, INPUT);
  //LED controls
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);

```

```
pinMode(6, OUTPUT);
pinMode(10, OUTPUT);
}
void loop() {
  // check if something is coming at us
  checkBluetooth();
  // Finger pressure read --> For sensors position reference see the pic of the glove
  indice = analogRead(pressa);
  pollice = analogRead(pressb);
  medio = analogRead(pressc);
  arco = analogRead(pressd);
  // Calibration of the sensors for the first two seconds after turning ON (to correct OFFSET)
  if (millis() < caltime)
  {   indicetot = indicetot + indice;
      mediotot = medio + mediotot;
      pollicetot = pollice + pollicetot;
      arcotot = arco + arcotot;
      cont++;}
  else {

  //Correction of the values
  indice = indice - indicetot / cont;
  if (indice < 0)
  { indice = 0;}
  medio = medio - mediotot / cont;
```

```
if (medio < 0)
{ medio = 0;}
pollice = pollice - pollicetot / cont;
if (pollice < 0)
{ pollice = 0;}
arco = arco - arcotot / cont;
if (arco < 0)
{ arco = 0;}

// Force value mapping on 255 levels RGB scale to control the lightness of the LEDs
Indicerimappato = map(indice, 0, 350, 0, 255);
Pollicerimappato = map(pollice, 0, 350, 0, 255);
Mediorimappato = map(medio, 0, 350, 0, 255);
Arcorimappato = map(arco, 0, 350, 0, 255);

//Serial.print("INDICE = ");
//Serial.println(indice);
//Serial.print("POLLICE = ");
//Serial.println(pollice);
//Serial.print("MEDIO = ");
//Serial.println(medio);
//Serial.print("ARCO = ");
//Serial.println(arco);

//Force calculation for the different sensors
forzaindice = ((indice*invslope)+inter)*(gtoN);
forzapollice = ((pollice*invslope)+inter)*(gtoN);
forzamedio = ((medio*invslope)+inter)*(gtoN);
```

```
forzaarco = ((arco*invslope)+inter)*(gtoN);  
  
//LEDs turning ON proportionally to the applied force  
analogWrite (6, Indicerimappato);  
analogWrite (3, Pollicerimappato);  
analogWrite (5, Mediorimappato);  
analogWrite (10, Arcorimappato);  
forzaindrim = forzaindice*hund;  
forzapolrim = forzapollice*hund;  
forzamedrim = forzamedio*hund;  
forzaarcrim = forzaarco*hund;  
  
// Setting up data for BT invoice  
dato = forzaindrim + comma + forzapolrim + comma + forzamedrim + comma + forzaarcrim;  
  
// Send data  
if (1) { //send out  
  bluetooth.print(dato);  
  while (0) { }  
  delay(10);  
}  
  
//Data streaming for the desktop GUI  
// Serial.print(forzapollice);  
// Serial.write(',');  
// Serial.print(forzaindice);  
// Serial.write(',');  
// Serial.print(forzamedio);
```

```
// Serial.write(',');
// Serial.print(forzaarco);
// Serial.write(',');
// Serial.print(Indicerimappato);
// Serial.write(',');
// Serial.print(Pollicerimappato);
// Serial.write(',');
// Serial.print(Mediorimappato);
// Serial.write(',');
// Serial.print(Arcorimappato);
// Serial.write(',');
// // This data will be added whenever the IMU will be added
// Serial.print(accelx);
// Serial.write(',');
// Serial.print(accely);
// Serial.write(',');
// Serial.print(DirezioneEO);
// Serial.write(',');
// Serial.print(DirezioneNS);
// Serial.write(',');
// Serial.println(Movimento);
}

void checkBluetooth() {
  char charBuffer[20]; //most we would ever see
  if (bluetooth.available() > 0) {
```



```
int numberOfBytesReceived = bluetooth.readBytesUntil('\n', charBuffer, 19);
charBuffer[numberOfBytesReceived] = NULL;
// Serial.print("Received: ");
// Serial.println(charBuffer);
}
}
```

## **FINAL BOARD SOFTWARE CODE**

**“Final\_board\_software.ino”**

```
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLEServer.h> //Library to use BLE as server
#include <BLE2902.h>
#include "WiFi.h"
#include "ESPAsyncWebServer.h"

// the number of the LED pin
const int ledPin = 2;
const int ledPin2 = 5;
const int ledPin3 = 14;
```

```
const int ledPin4 = 15;

// setting PWM properties

const int freq = 5000;

const int ledChannel = 0;

const int resolution = 8;

const int ledChannel2 = 1;

const int ledChannel3 = 2;

const int ledChannel4 = 3;

const int analogPinP=34;

const int analogPinM=35;

const int analogPinI=32;

const int analogPinA=33;

bool _BLEClientConnected = false;

float gtoN=9.81/1000, inter=-25.161, slope=0.3418 ,invslope= 1/slope, adc=0.165;

float fp,fi,fm,fa;

// Network credentials

const char* ssid = "E-glove";

const char* password = "123456789";

// Create AsyncWebServer object on port 80

AsyncWebServer server(80);

#define ForceMeasurement BLEUUID("783b26f8-740d-4187-9603-82281d6d7e4f")

BLECharacteristic FICharacteristic(BLEUUID("1bfd9f18-ae1f-4bba-9fe9-0df611340195"),
BLECharacteristic::PROPERTY_READ | BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE |
BLECharacteristic::PROPERTY_NOTIFY);
```

```
BLEDescriptor FIDescriptor(BLEUUID("2f562183-0ca1-46be-abd6-48d0be28f83d"));
```

```
const char index_html[] PROGMEM = R"rawliteral(  
<!DOCTYPE HTML><html>  
<head>  
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">  
<style>  
html {  
font-family: Arial;  
display: inline-block;  
margin: 0px auto;  
text-align: center;  
}  
body {  
min-width: 310px;  
max-width: 800px;  
height: 400px;  
margin: 0 auto;  
}  
h2 {  
font-family: Arial;  
font-size: 2.5rem;  
text-align: center;  
}  
)rawliteral";
```

```
.cardt{
max-width: 350px;
min-height: 250px;
background: #02b875;
padding: 30px;
box-sizing: border-box;
color: #FFF;
margin:20px;
box-shadow: 0px 2px 18px -4px rgba(0,0,0,0.75);
}

.cardi{
max-width: 350px;
min-height: 250px;
background: #02b875;
padding: 30px;
box-sizing: border-box;
color: #FFF;
margin:20px;
box-shadow: 0px 2px 18px -4px rgba(0,0,0,0.75);
}

.cardm{
max-width: 350px;
min-height: 250px;
```

```
background: #02b875;
padding: 30px;
box-sizing: border-box;
color: #FFF;
margin:20px;
box-shadow: 0px 2px 18px -4px rgba(0,0,0,0.75);
}

.carda{
max-width: 350px;
min-height: 250px;
background: #02b875;
padding: 30px;
box-sizing: border-box;
color: #FFF;
margin:20px;
box-shadow: 0px 2px 18px -4px rgba(0,0,0,0.75);
}

</style>
</head>
<body>
<h2>E-glove interface</h2>

<div class="cardt">
```

```

<h3>Thumb force:    </h3>

<h1><span id="Thumb">%THUMBFORCE%</span> N</h1>

</div>

  <div class="cardi" >

<h3>Index force:    </h3>

  <h1><span id="Index">%INDEXFORCE%</span> N</h1>

</div>

  <div class="cardm">

<h3>Middle finger force:</h3>

  <h1><span id="Middle">%MIDDLEFORCE%</span> N</h1>

</div>

  <div class="carda">

<h3>Arch force:    </h3>

  <h1><span id="Arch">%ARCHFORCE%</span> N</h1>

</div>

</body>

<script>

setInterval(function ( ) {

  var xhttp = new XMLHttpRequest();

  xhttp.onreadystatechange = function() {

  if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {

    document.getElementById("Thumb").innerHTML =

```

```
        this.responseText;
    }
};
xhttp.open("GET", "/thumb", true);
xhttp.send();
}, 50 );
setInterval(function ( ) {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.onreadystatechange = function() {
        if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
            document.getElementById("Index").innerHTML =
                this.responseText;
        }
    };
    xhttp.open("GET", "/index", true);
    xhttp.send();
}, 51 );
setInterval(function ( ) {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.onreadystatechange = function() {
        if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
            document.getElementById("Middle").innerHTML =
                this.responseText;
```

```

    }
};
xhttp.open("GET", "/middle", true);
xhttp.send();
}, 52 );
setInterval(function ( ) {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    xhttp.onreadystatechange = function() {
        if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
            document.getElementById("Arch").innerHTML =
                this.responseText;
        }
    };
    xhttp.open("GET", "/arch", true);
    xhttp.send();
}, 53 );
</script>
</html>rawliteral";
String processor(const String& var){
    if(var == "THUMBFORCE"){
        return String(fp); }
    else if(var == "INDEXFORCE"){
        return String(fi); }
}

```



```

else if(var == "MIDDLEFORCE"){
    return String(fm); }
else if(var == "ARCHFORCE"){
    return String(fa); }
return String();
}

class MyServerCallbacks : public BLEServerCallbacks {
    void onConnect(BLEServer* pServer) {
        _BLEClientConnected = true;
    };
    void onDisconnect(BLEServer* pServer) {
        _BLEClientConnected = false;
    }
};

#define CHARACTERISTIC_UUID_RX_I "bb99a060-6fa8-4bba-9ef0-731634e96e88"

class MyCallbacks: public BLECharacteristicCallbacks {
    void onWrite(BLECharacteristic *pCharacteristic) {
        std::string rxValue = pCharacteristic->getValue();
        Serial.println(rxValue[0]);
        if (rxValue.length() > 0) {
            Serial.println("*****");
            Serial.print("Received Value: ");
            for (int i = 0; i < rxValue.length(); i++) {

```



```
pServer->getAdvertising()->addServiceUUID(ForceMeasurement);  
  
pBattery->start();  
  
// Start advertising  
  
pServer->getAdvertising()->start();  
  
}  
  
void setup() {  
  
  Serial.begin(115200);  
  
  Serial.println("Force measured values - BLE");  
  
  InitBLE();  
  
// configure LED PWM functionalites  
  
  ledcSetup(ledChannel, freq, resolution);  
  
  ledcSetup(ledChannel2, freq, resolution);  
  
  ledcSetup(ledChannel3, freq, resolution);  
  
  ledcSetup(ledChannel4, freq, resolution);  
  
// attach the channel to the GPIO to be controlled  
  
  ledcAttachPin(ledPin, ledChannel);  
  
  ledcAttachPin(ledPin2, ledChannel2);  
  
  ledcAttachPin(ledPin3, ledChannel3);  
  
  ledcAttachPin(ledPin4, ledChannel4);  
  
  Serial.print("Setting AP (Access Point)...");  
  
// Remove the password parameter, if you want the AP (Access Point) to be open  
  
  WiFi.softAP(ssid, password);  
  
  IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
```

```
Serial.print("AP IP address: ");

Serial.println(IP);

Serial.println(WiFi.localIP());

// Route for root / web page

server.on("/", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){

    request->send_P(200, "text/html", index_html, processor);});

server.on("/thumb", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){

    request->send_P(200, "text/plain", String(fp).c_str());});

server.on("/index", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){

    request->send_P(200, "text/plain", String(fi).c_str()); });

server.on("/middle", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){

    request->send_P(200, "text/plain", String(fa).c_str()); });

server.on("/arch", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){

    request->send_P(200, "text/plain", String(fm).c_str()); });

// Start server

server.begin();

}

void loop() {

int valueP=analogRead(analogPinP);

int valueI=analogRead(analogPinI);

int valueM=analogRead(analogPinM);

int valueA=analogRead(analogPinA);

// Convert to force
```

```

fp = ((valueP*adc*invslope)+inter)*(gtoN);
fi = ((valueI*adc*invslope)+inter)*(gtoN);
fm = ((valueM*adc*invslope)+inter)*(gtoN);
fa = ((valueA*adc*invslope)+inter)*(gtoN);

// Let's convert the value to a char array:

int fpint= fp*100;
int fiint= fi*100;
int faint= fa*100;
int fmint= fm*100;

int pmap=map(valueP,0,350,0,255);
int imap=map(valueI,0,350,0,255);
int mmap=map(valueM,0,350,0,255);
int amap=map(valueA,0,350,0,255);

// changing the LED brightness with PWM

ledcWrite(ledChannel, pmap);
ledcWrite(ledChannel2, imap);
ledcWrite(ledChannel3, mmap);
ledcWrite(ledChannel4, amap);

if (_BLEClientConnected)
{
    char invio[20];

    sprintf( invio, "%d,%d,%d,%d\n", fpint, fiint, faint, fmint );

    FICharacteristic.setValue(invio);
}

```

```
        FICharacteristic.notify();  
        delay(20);  
    }  
Serial.print(valueP);  
Serial.print(",");  
Serial.print(valueI);  
Serial.print(",");  
Serial.print(valueM);  
Serial.print(",");  
Serial.println(valueA);  
}
```

## **C. INTEGRAL VERSION OF GUI CODE**

## GUI CODE

```
import grafica.*;
import controlP5.*;
import processing.serial.*;

Serial mySerial;

String myString = null;

PImage img, imgNS, imgEO;

float Fpollice=0, Findice=0, Fmedio=0, north, south, east, west;

float pr1=25, pr2=25, pr3=25, pr4=25;

float DirezioneEO, DirezioneNS, Movimento;

float Contatto;

void setup() {
  //sets Background to RBG White
  background(color(255, 255, 255));
  println(Serial.list());
  mySerial=new Serial(this, "COM4", 19200);
  mySerial.bufferUntil('\n'); //clean the buffer
  //sets size of window
  size(1000, 1000);
  //changes color mode to HSB for radial color
  colorMode(HSB, 360, 100, 100);
  delay (100);
}

float spline[] = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};

void serialEvent( Serial mySerial) {
```



```
try {  
    if (mySerial.available() > 0)  
    {  
        myString = mySerial.readStringUntil('\n');  
        if (myString != null)  
        {  
            println(myString);  
            myString = trim(myString);  
            float[] s = float(split(myString, ','));  
            for (int i =0; i < s.length; i++)  
                splice[i] = (s[i]);  
            Fpollice = splice[0];  
            Findice = splice[1];  
            Fmedio = splice[2];  
            Contatto = splice[3];  
            pr1 = splice[4];  
            pr2 = splice[5];  
            pr3 = splice[6];  
            pr4 = splice[7];  
            stlValue = splice[8];  
            stCountValue = splice[9];  
            DirezioneEO = splice[10];  
            DirezioneNS = splice[11];  
            Movimento = splice[12];  
        }  
    }  
}
```

```
    }  
  }  
  catch(RuntimeException e) {  
    e.printStackTrace();  
  }  
}  
  
void draw() {  
  background(#ffffff);  
  textSize(24);  
  fill(360, 0, 0);  
  
  //Sets and updates the text values for the labels and data.  
  text("Forza pollice:", 650, 150);  
  text(+ Fpollice + "N", 700, 200);  
  text("Forza indice", 650, 250);  
  text(+ Findice + "N", 700, 300);  
  text("Forza medio", 650, 350);  
  text(+ Fmedio + "N", 700, 400);  
  text("Forza di contatto", 650, 450);  
  text(+ Contatto + "N", 700, 500);  
  text("Condizioni mano:", 650, 600);  
  if (Movimento==1) {  
    text("In Movimento", 700, 650);  
  } else {  
    text("Stabile", 700, 650);  
  }  
}
```

```
imgNS = loadImage("NS.png");
image(imgNS, 625, 730);
text("Direzione Nord - Sud:", 650, 725);
if(DirezioneNS == 1){
imgNS = loadImage("N.png");
image(imgNS, 625, 730);
text("North", 700, 777);
}
else if(DirezioneNS == 2){
imgNS = loadImage("S.png");
image(imgNS, 625, 730);
text("Sud", 700, 777);
}
else{
imgNS = loadImage("NS.png");
image(imgNS, 625, 730);
text("Ferma", 700, 777);
}
imgEO = loadImage("EO.png");
image(imgEO, 625, 855);
text("Direzione Est - Ovest:", 650, 850);
if(DirezioneEO == 1){
imgEO = loadImage("E.png");
image(imgEO, 625, 855);
text("Est", 700, 902);
```

```
}  
  
else if(DirezioneEO == 2){  
  imgEO = loadImage("O.png");  
  image(imgEO, 625, 855);  
  text("Ovest", 700, 902);  
}  
  
else{  
  imgEO = loadImage("EO.png");  
  image(imgEO, 625, 855);  
  text("Ferma", 700, 902);  
}  
  
//shape(cir1);  
  
img = loadImage("mano1.png");  
image(img, 0, 100);  
  
// fill(color(random(0, 100), 90, 90));  
noStroke();  
fill(color(100-pr1/3,90,90));  
circle(165, 210, map(pr1,0, 200, 10, 110));  
  fill(color(100-pr2/3,90,90));  
circle(140, 538, map(pr4,0, 200, 10, 110));  
  fill(color(100-pr2/3,90,90));  
circle(258, 175, map(pr3,0, 200, 10, 110));  
  fill(color(100-pr3/3,90,90));  
circle(55, 420, map(pr2,0, 200, 10, 110));  
  
//delay for update delay(50);
```

#### **D. INTEGRAL VERSION OF THE WEBSITE CODE**

## HOMEPAGE

### “Sito.html”

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<title>MeCFES: write the future</title>
<meta charset="UTF-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
<link rel="stylesheet" href="https://www.w3schools.com/w3css/4/w3.css">
<link rel="stylesheet" href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Raleway">
<link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/4.7.0/css/font-awesome.min.css">
<script src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.5.6/p5.js"></script>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/p5.js"></script>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/addons/p5.dom.min.js"></script>
<script src="https://unpkg.com/p5ble@0.0.4/dist/p5.ble.js"></script>
  <script src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.5.6/addons/p5.dom.js"></script>
  <script src="sketchBT.js"></script>

<style>
body,h1,h2,h3,h4,h5,h6 {font-family: "Raleway", sans-serif}
```

```
body, html {  
    height: 100%;  
    line-height: 1.8;  
}  
/* Full height image header */  
.bgimg-1 {  
    background-position: center;  
    background-size: cover;  
    background-image: url("hand.jpg");  
    min-height: 100%;  
}  
    .bgimg-2 {  
        background-position: center;  
        background-size: cover;  
        background-image: url("Prototipo_coll.png");  
        min-height: 100%;  
    }  
        .bgimg-3 {  
            background-position: center;  
            background-size: cover;  
            background-image: url("MC.jpg");  
            min-height: 100%;
```

```
}  
  
  .bgimg-4 {  
background-position: center;  
background-size: cover;  
background-image: url("pat.jpg");  
min-height: 100%;  
}  
  
  .staffing-1 {  
background-position: center;  
background-size: cover;  
background-image: url("Rune.jpg");  
}  
  
.w3-bar .w3-button {  
padding: 16px;  
}  
  
  canvas {  
display: block;  
position: absolute;  
}  
  
  .google-maps {  
position: relative;  
padding-bottom: 75%; /* Definisco l'aspect ratio */
```



```

height: 0;

overflow: hidden;
}

.google-maps > iframe {
position: absolute;

top: 0;

left: 0;

width: 100% !important;
height: 100% !important;
}

</style>

<body>

<!-- Navbar (sit on top) -->

<div class="w3-top">

<div class="w3-bar w3-white w3-card" id="myNavbar">

<a href="#home" class="w3-bar-item w3-button w3-wide">MeCFES</a>

<!-- Right-sided navbar links -->

<div class="w3-right w3-hide-small">

<a href="#connetti" class="w3-bar-item w3-button">LA NOSTRA MISSIONE</a>

<a href="#eglove" class="w3-bar-item w3-button"><i class="fa fa-th"></i> E-GLOVE</a>

<a href="#mc" class="w3-bar-item w3-button"><i class="fa fa-th"></i> MeCFES</a>

<a href="#paziente" class="w3-bar-item w3-button"><i class="fa fa-user"></i> AREA PAZIENTE</a>

```

```

    <a href="#scopri" class="w3-bar-item w3-button"><i class="fa fa-envelope"></i> SCOPRI DI PIU'</a>
</div>
<!-- Hide right-floated links on small screens and replace them with a menu icon -->
<a href="javascript:void(0)" class="w3-bar-item w3-button w3-right w3-hide-large w3-hide-medium" onclick="w3_open()">
    <i class="fa fa-bars"></i>
</a>
</div>
</div>
<!-- Sidebar on small screens when clicking the menu icon -->
<nav class="w3-sidebar w3-bar-block w3-black w3-card w3-animate-left w3-hide-medium w3-hide-large" style="display:none"
id="mySidebar">
    <a href="javascript:void(0)" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button w3-large w3-padding-16">Chiudi ×</a>
    <a href="#connetti" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">LA NOSTRA MISSIONE</a>
    <a href="#eglove" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">E-GLOVE</a>
    <a href="#mc" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">MeCFES</a>
    <a href="#paziente" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">AREA PAZIENTE</a>
    <a href="#scopri" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button"> SCOPRI DI PIU'</a>
</nav>
<!-- Header with full-height image -->
<header class="bgimg-1 w3-display-container w3-grayscale-min" id="home">
    <div class="w3-display-left w3-text-white" style="padding:48px">
        <span class="w3-jumbo w3-hide-small">Scrivi il futuro con le tue mani</span><br>

```

```

<span class="w3-xxlarge w3-hide-large w3-hide-medium">Scrivi il futuro con le tue mani</span><br>
<span class="w3-large">Non perdere altro tempo</span>
<p><a href="#eglove" class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-top w3-opacity w3-hover-opacity-off">Inizia ora</a></p>
</div>
<div class="w3-display-bottomleft w3-text-grey w3-large" style="padding:24px 48px">
  <i class="fa fa-facebook-official w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-instagram w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-snapchat w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-pinterest-p w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-twitter w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-linkedin w3-hover-opacity"></i>
</div>
</header>
<!-- Connetti i tuoi dispositivi -->
<div class="w3-container" style="padding:40px 16px" id="connetti"></div>
  <h3 class="w3-center">LA NOSTRA MISSIONE</h3>
  <div>
    <p class="w3-center" style="padding:18px 40px"> MeCFES nasce con l'obiettivo di fornire a pazienti affetti da disabilita'
    motorie all'arto superiore un dispositivo <b>leggero </b>, <b>indossabile</b> e <b>mini-invasivo</b> in grado di modificare in
    maniera profonda la loro quotidianita'.<br>
    In questa ottica, la corrente versione di MeCFES e' stata direttamente progettata al fine di confentire agli attori coinvolti nel
    processo di riabilitazione della mano, uno strumento utile alla valutazione ed al miglioramento delle performance motorie (es. forza
    della presa della mano).<br>

```

Oltre al dispositivo MeCFES, che utilizza segnale EMG prodotto autonomamente dal paziente per il controllo della stimolazione elettrica funzionale ai muscoli preposti al controllo dei movimenti della mano, la recente aggiunta del dispositivo E-glove garantisce la possibilita' di avere un ulteriore controllo sulla forza esercitata garantendo una presa ottimale anche nelle condizioni piu' difficili sfruttando un sistema di retroazione integrato nel dispositivo. </p>

```
</div>
```

```
<div class="w3-container w3-dark-grey" style="padding:40px 16px">
```

```
<h3 class="w3-center">IN QUATTRO PAROLE...</h3>
```

```
<div class="w3-row-padding w3-center" style="margin-top:64px">
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<i class="fa fa-desktop w3-margin-bottom w3-jumbo w3-center"></i>
```

```
<p class="w3-large">Responsive</p>
```

```
<p>MeCFES e' in grado di adattarsi alle necessita' del paziente accompagnandolo in maniera graduale durante tutto il percorso di riabilitazione.</p>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<i class="fa fa-bluetooth w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
```

```
<p class="w3-large">Connesso</p>
```

```
<p>Grazie alla tecnologia BT integrata all'interno del dispositivo, i dati sono continuamente monitorabili, sia da desktop che da tablet o telefono.</p>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<i class="fa fa-leaf w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
```

```
<p class="w3-large">Wearable</p>
```

```
<p>Uno dei principali obiettivi di MeCFES e' la realizzazione di un dispositivo efficace e funzionale, ma anche leggero, comodo e discreto.</p>
```

```

</div>

<div class="w3-quarter">
  <i class="fa fa-cog w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
  <p class="w3-large">Aggiornamento costante</p>
  <p>MeCFES e' continuamente aggiornato con nuove features al fine di migliorarne prestazioni, comodita' ed utilizzabilita' per il
  paziente.</p>
</div>
</div>
</div>
  <div class="w3-container w3-dark-grey" style="padding:30px 0px"></div>
  <!-- E-glove -->
<div class="bgimg-2 w3-display-container w3-grayscale-min " id="eglove" style="margin-top:0px" >
  <p align="right"><a href="Webbluetooth.html" class=" w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-
  opacity w3-hover-opacity-off">Inizia ad utilizzare E-glove</a></p>
</div>
  <!-- MeCFES -->
<div class="bgimg-3 w3-display-container w3-grayscale-min" id="mc" style="margin-top:20px">
  <p align="right"><a href="MeCFES.html" class=" w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-opacity
  w3-hover-opacity-off">Inizia ad utilizzare MeCFES</a></p>
</div>
  <!-- Area pazienti -->
<div class="bgimg-4 w3-display-container w3-grayscale-min" id="paziente" style="margin-top:20px">
  <p align="right"><a href="PaginaEglove.html" class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-
  opacity w3-hover-opacity-off" >Accedi all'area paziente</a></p>

```

```
</div>
```

```
<!-- "Scrivi il tuo futuro" -->
```

```
<div class="w3-container w3-light-grey" style="padding:128px 16px">
```

```
<div class="w3-row-padding">
```

```
<div class="w3-col m6">
```

```
<h3>Scrivi il tuo futuro.</h3>
```

```
<p>Gli studi fatti hanno dimostrato una migliore capacita' riabilitativa tramite l'utilizzo di stimolazione elettrica funzionale (FES).</p>
```

```
<p><a href="#work" class="w3-button w3-black"><i class="fa fa-th"> </i> Scopri di piu' su MeCFES </a></p>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-col m6">
```

```

```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<!-- Team Section -->
```

```
<div class="w3-container" style="padding:128px 16px" id="scopri">
```

```
<h3 class="w3-center">IL TEAM</h3>
```

```
<p class="w3-center w3-large">Coloro che lavorano a questo progetto</p>
```

```

<div class="w3-row-padding w3-grayscale" style="margin-top:64px">
  <div class="w3-col l3 m6 w3-margin-bottom">
    <div class="w3-card">
      </div>
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6 w3-margin-bottom">
      <div class="w3-card">
        
        <div class="w3-container">
          <h3>Rune Thorsen</h3>
          <p class="w3-opacity">Fondatore & ricercatore</p>
          <p> Ricerca e sviluppo di sistemi per ripristinare/facilitare movimenti funzionali sui soggetti con lesioni neurologiche tramite segnali biologici e stimolazione elettrica funzionale. E' da anni impegnato sul progetto MeCFES.</p>
          <p><a class="w3-button w3-light-grey w3-block" href="http://www.thorsen.it/homepage/aboutme/aboutme_it.html" ><i class="fa fa-envelope"></i> Contatta</a></p>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
  <div class="w3-col l3 m6 w3-margin-bottom">
    <div class="w3-card">
      
      <div class="w3-container">
        <h3>Filippo Cinotti</h3>

```

```
<p class="w3-opacity">Studente - ricercatore</p>
```

```
<p>Studente di ingegneria biomedica presso il Politecnico di Milano e neo-laureato presso la UIC a Chicago. Ricercatore nell'ambito delle neuroprotesi all'interno del percorso di tesi di laurea. Ha lavorato all'implementazione dell' E-glove.</p>
```

```
<p><a class="w3-button w3-light-grey w3-block" href="filippo.cinotti96@gmail.com"><i class="fa fa-envelope"></i> Contatta</a></p>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-container w3-row w3-center w3-dark-grey w3-padding-64">
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<span class="w3-xxlarge">14+</span>
```

```
<br>Partners
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<span class="w3-xxlarge">14+</span>
```

```
<br>Pubblicazioni
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<span class="w3-xxlarge">89+</span>
```

```
<br>Pazienti soddisfatti
```

```
</div>
```



```
<div class="w3-quarter">
  <span class="w3-xxlarge">40+</span>
  <br>Meetings
</div>
</div>
<!-- Work Section -->
<div class="w3-container" style="padding:128px 16px" id="work">
  <h3 class="w3-center">Il NOSTRO LAVORO</h3>
  <p class="w3-center w3-large">Quali risultati sono gia' stati raggiunti</p>

  <div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
  </div>
</div>
```

```
</div>
</div>
<div class="w3-row-padding w3-section">
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
</div>
</div>
<!-- Modal for full size images on click-->
<div id="modal01" class="w3-modal w3-black" onclick="this.style.display='none'">
  <span class="w3-button w3-xxlarge w3-black w3-padding-large w3-display-topright" title="Close Modal Image">×</span>
  <div class="w3-modal-content w3-animate-zoom w3-center w3-transparent w3-padding-64">
    <img id="img01" class="w3-image">
```

```

    <p id="caption" class="w3-opacity w3-large"></p>
  </div>
</div>
<!-- Skills Section -->
<div class="w3-container w3-light-grey w3-padding-64">
  <div class="w3-row-padding">
    <div class="w3-col m6">
      <h3>Formazione ed interessi.</h3>
      <p>Formazione in ingegneria biomedica con notevole interesse nei seguenti campi:<br>
      </p>
      <p><i>Elettronica, embedded software, programmazione, meccanica, biomedicina,<br> gestione di progetti di ricerca clinica,
      ricerca, protocolli sperimentali, esecuzione di esperimenti.</i></p>
    </div>
    <div class="w3-col m6">
      <p class="w3-wide"><i class="fa fa-usb w3-margin-right"></i>Elettronica</p>
      <div class="w3-grey">
        <div class="w3-container w3-dark-grey w3-center" style="width:90%">90%</div>
      </div>
      <p class="w3-wide"><i class="fa fa-stethoscope w3-margin-right"></i>Ricerca clinica</p>
      <div class="w3-grey">
        <div class="w3-container w3-dark-grey w3-center" style="width:85%">85%</div>
      </div>
    </div>
  </div>

```

```

<p class="w3-wide"><i class="fa fa-superscript w3-margin-right"></i>Ingegneria</p>
<div class="w3-grey">
  <div class="w3-container w3-dark-grey w3-center" style="width:75%">75%</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<div class="w3-container w3-center w3-dark-grey" style="padding:128px 16px" id="pricing">
  <h3>PUBBLICAZIONI</h3>
  <p class="w3-large">Di seguito sono mostrate le pubblicazioni piu' recenti che riguardano MeCFES</p>
  <div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">
    <div class="w3-third w3-section">
      <ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">
        <li class="w3-black w3-padding-32">A Non-Invasive Neuroprosthesis Augments Hand Grasp Force In Individuals With Cervical Spinal Cord Injury - The Functional and Therapeutic Effects.</li>
        <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>
        <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>The primary purpose of this study was to evaluate myoelectrically controlled functional electrical stimulation (MeCFES) for enhancing the tenodesis grip in people with tetraplegia. The second aim was to estimate the potential number of candidates for the MeCFES device. The application of MeCFES provides the user with direct control of the grasp force as opposed to triggered FES systems.</p></li>
        <li class="w3-light-grey w3-padding-24">
          <a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/836959/">LEGGI</a>
        </li>
      </ul>
    </div>
  </div>

```

</div>

<div class="w3-third">

<ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

<li class="w3-red w3-padding-48">Myoelectrically driven functional electrical stimulation may increase motor recovery of upper limb in poststroke subjects: A randomized controlled pilot study.</li>

<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>

<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>The objective of this randomized controlled pilot study was to assess the feasibility and effectiveness of myoelectrically controlled functional electrical stimulation (MeCFES) for rehabilitation of the upper limb in poststroke subjects.

</p></li>

<li class="w3-light-grey w3-padding-24">

<a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24203541/">LEGGI</a>

</li>

</ul>

</div>

<div class="w3-third w3-section">

<ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

<li class="w3-black w3-padding-32">Correlation among lesion level, muscle strength and hand function in cervical spinal cord injury </li>

<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>

<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p> To examine the frequency distribution of neurological level of lesion and to investigate the correlation among level, active muscles in the arm and the relation to hand function.

<br>

<br>

```

    <br>

    <br>

    <br>

    <br>

    </p></li>

<li class="w3-light-grey w3-padding-24">

    <a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23820875/">LEGGI</a>

</li>

</ul>

</div>

</div>

<div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">

<div class="w3-third w3-section">

    <ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

        <li class="w3-red w3-padding-32">Battery powered neuromuscular stimulator circuit for use during simultaneous recording of myoelectric signals</li>

        <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2009</p></li>

        <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>Surface Functional Electrical Stimulation (FES) requires high stimulation voltages. A step-up transformer in the output stage of the stimulation circuit is often used.In the present technical paper a voltage controlled current source (VCCS) is presented as an alternative to the transformer coupling.

        <br>

        <br>

        </p></li>

```

```

<li class="w3-light-grey w3-padding-24">
  <a class="w3-button w3-black w3-padding-large"
href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350453309001386">LEGGI</a>
</li>
</ul>
</div>

<div class="w3-third">
  <ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">
    <li class="w3-black w3-padding-48">Functional electrical stimulation reinforced tenodesis effect controlled by myoelectric
activity from wrist extensors.</li>
    <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2006</p></li>
    <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>We demonstrated a method for enhancing the tenodesis grip in individuals
with sustained tetraplegia at the 6th cervical vertebra neurological level. Subjects used the myoelectric activity from wrist extensor
muscles to directly control the electrical stimulation of the extrinsic finger and thumb flexors (flexor pollicis longus and flexor
digitorum superficialis/profundus) with the use of a specially designed system, Myoelectrically Controlled Functional Electrical
Stimulation (MeCFES).
</p></li>
  <li class="w3-light-grey w3-padding-24">
    <a class="w3-button w3-black w3-padding-large"
href="https://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/2/Thorsen.html">LEGGI</a>
  </li>
</ul>
</div>

<div class="w3-third w3-section">
  <ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

```

```
<li class="w3-red w3-padding-32">Experimental protocol for the kinematic analysis of the hand: Definition and repeatability.
</li>
```

```
<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2005</p></li>
```

```
<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p> A quantitative and objective method based on the optoelectronic kinematic
analysis of hand segments and on the calculation of global and partial parameters, which provide measures of the degree of long
finger and thumb extension is proposed for the evaluation of the hand's voluntary range of motion and maximal opening of the fingers
and thumb.
```

```
<br>
```

```
<br>
```

```
</p></li>
```

```
<li class="w3-light-grey w3-padding-24">
```

```
<a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15978812/">LEGGI</a>
```

```
</li>
```

```
</ul>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<p><br></p>
```

```
<p><br></p>
```

```
<p class="w3-center"><a href="http://www.thorsen.it/homepage/aboutme/publications.html" class="w3-center w3-button w3-
white w3-padding-large w3-large w3-margin-top w3-opacity w3-hover-opacity-off">Scopri di piu'</a></p>
```

```
</div>
```

```
<!-- Contact Section -->
```

```
<div class="w3-container w3-light-grey" style="padding:128px 16px" id="contact">
```

```
<h3 class="w3-center">CONTATTI</h3>
```



```

<p class="w3-center w3-large">Per qualsiasi informazione non esitare a contattarci. Inviaci un messaggio:</p>
<div style="margin-top:48px">
  <p><i class="fa fa-map-marker fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"></i> Milano, IT</p>
  <p><i class="fa fa-phone fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"></i> Phone: +39 3486463807</p>
  <p><i class="fa fa-envelope fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"> </i> Email: filippo.cinotti96@mail.com</p>
  <br>
  <form action="/action_page.php" target="_blank">
    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Nome" required name="Nome"></p>
    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Email" required name="Email"></p>
    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Oggetto" required name="Oggetto"></p>
    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Messaggio" required name="Messaggio"></p>
    <p>
      <button class="w3-button w3-black" type="submit">
        <i class="fa fa-paper-plane"></i> INVIA MESSAGGIO
      </button>
    </p>
  </form>
</div>
</div>
<!-- Image of location/map -->
<div class="w3-container w3-white" style="padding:40px 16px">
  <h3 class="w3-center">DOVE SIAMO</h3>

```

```

<div class="google-maps" >

<iframe
src="https://www.google.com/maps/embed?pb=!1m18!1m12!1m3!1d9248.597408981941!2d9.122248643896306!3d45.4710736194
4258!2m3!1f0!2f0!3f0!3m2!1i1024!2i768!4f13.1!3m3!1m2!1s0x4786c14d3a30d741%3A0x1ec4e675e5530c33!2sPolo%20Tecnolog
ico%2C%20IRCCS%20Don%20Carlo%20Gnocchi!5e0!3m2!1sit!2sit!4v1597235055346!5m2!1sit!2sit" frameborder="0"
style="border:0" allowfullscreen></iframe>

</div>

</div>

<!-- Footer -->

<footer class="w3-center w3-black w3-padding-64">

<a href="#home" class="w3-button w3-light-grey"><i class="fa fa-arrow-up w3-margin-right"></i>To the top</a>

<div class="w3-xlarge w3-section">

<i class="fa fa-facebook-official w3-hover-opacity"></i>

<i class="fa fa-instagram w3-hover-opacity"></i>

<i class="fa fa-snapchat w3-hover-opacity"></i>

<i class="fa fa-pinterest-p w3-hover-opacity"></i>

<i class="fa fa-twitter w3-hover-opacity"></i>

<i class="fa fa-linkedin w3-hover-opacity"></i>

</div>

<p>Powered by <a href="https://www.linkedin.com/in/filippo-cinotti-360413173/" title="Filippo Cinotti" target="_blank"
class="w3-hover-text-green">Filippo Cinotti</a></p>

</footer>

<script>

// Modal Image Gallery

```

```
function onClick(element) {  
    document.getElementById("img01").src = element.src;  
    document.getElementById("modal01").style.display = "block";  
    var captionText = document.getElementById("caption");  
    captionText.innerHTML = element.alt;  
}  
  
// Toggle between showing and hiding the sidebar when clicking the menu icon  
var mySidebar = document.getElementById("mySidebar");  
  
function w3_open() {  
    if (mySidebar.style.display === 'block') {  
        mySidebar.style.display = 'none';  
    } else {  
        mySidebar.style.display = 'block';  
    }  
}  
  
// Close the sidebar with the close button  
function w3_close() {  
    mySidebar.style.display = "none";  
}  
  
</script>
```

```
</body>
```

## E-GLOVE APP PAGE

“Webbluetooth.html”

```
<html>
  <title>E-glove</title>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/p5.js"></script>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/addons/p5.dom.min.js"></script>
  <script src="https://unpkg.com/p5ble@0.0.4/dist/p5.ble.js"></script>
  <link rel="stylesheet" href="https://www.w3schools.com/w3css/4/w3.css">
<link rel="stylesheet" href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Raleway">
<link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/4.7.0/css/font-awesome.min.css">
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
  <!-- PLEASE NO CHANGES BELOW THIS LINE (UNTIL I SAY SO) -->
  <script language="javascript" type="text/javascript" src="drawScreen.js"></script>
  <!-- OK, YOU CAN MAKE CHANGES BELOW THIS LINE AGAIN -->
  <script src="p5.ble.min.js" type="text/javascript"></script>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/addons/p5.dom.min.js"></script>
  <!-- This line removes any default padding and style.
```

You might only need one of these values set. -->

```
<style>
body,h1,h2,h3,h4,h5,h6 {font-family: "Raleway", sans-serif}
body, html {
  height: 100%;
  line-height: 1.8;
}
.w3-bar .w3-button {
  padding: 16px;
}
  canvas {
  display: block;
  position: absolute;
}
</style>
<body>
  <div class="w3-top">
<div class="w3-bar w3-white w3-card" id="myNavbar">
  <a href="#home" class="w3-bar-item w3-button w3-wide">E-GLOVE</a>
  <!-- Right-sided navbar links -->
  <div class="w3-right w3-hide-small">
    <a href="Sito.html" class="w3-bar-item w3-button">HOMEPAGE</a>
```

```

</div>

<!-- Hide rightSito.html-floated links on small screens and replace them with a menu icon -->
<a href="javascript:void(0)" class="w3-bar-item w3-button w3-right w3-hide-large w3-hide-medium" onclick="w3_open()">
  <i class="fa fa-bars"></i>
</a>
</div>
</div>
<!-- Sidebar on small screens when clicking the menu icon -->
<nav class="w3-sidebar w3-bar-block w3-black w3-card w3-animate-left w3-hide-medium w3-hide-large" style="display:none"
id="mySidebar">
  <a href="javascript:void(0)" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button w3-large w3-padding-16">Close ×</a>
</nav>
<button id="read">Connect with BLE device</button>
<button id="start" disabled>Start</button>
<button id="stop" disabled>Stop</button>
<script>
  var deviceName = 'E-glove'
  var bleService = '783b26f8-740d-4187-9603-82281d6d7e4f'
  var bleCharacteristic = '1bfd9f18-ae1f-4bba-9fe9-0df611340195'
  var bluetoothDeviceDetected
  var gattCharacteristic
  var PolliceFor=0;

```

```
var IndiceFor=0;
var MedioFor=0;
var ArcoFor=0;
let receivedValue = "";
let splitString;
    let isConnected = false;
var indice;
var pollice;
var medio;
var arco;
var indicirim = 25;
var pollicirim = 75;
var mediorim = 50;
var arcorim = 100;
var imgMano;
var imgNS;
var imgEO;
var imgN;
var imgS;
var imgE;
var imgO;
var sfond;
```

```
var DirezioneEO = 0;
var DirezioneNS = 0;
var Movimento = 0;
function setup() {
  createCanvas(windowWidth, windowHeight);
  let colsta=color(123, 239, 178, 1);
  let colsto=color(236, 100, 75, 1);
  // Create a p5ble class
  console.log("setting up");
  const connectButton = createButton('Connetti');
  connectButton.mousePressed(read);
  connectButton.position(675, 100);
  let StartButton = createButton('Start');
  StartButton.mousePressed(start);
  StartButton.position(760, 100);
  let StopButton = createButton('Stop');
  StopButton.mousePressed(stop);
  StopButton.position(818, 100);
  imgNS = loadImage("NS.png");
  imgN = loadImage("N.png");
  imgS = loadImage("S.png");
  imgEO = loadImage("EO.png");
```



```
imgE = loadImage("E.png");
imgO = loadImage("O.png");
imgMano = loadImage("mano.jpg");
sfond=loadImage("Imm.png");
}
function draw() {
fill (0);
  textSize(18);
  background(255);
  if (isConnected) {
    //background(0, 255, 0);
    fill(0,255,0);
    text('Connesso :)', 880, 80);
  } else {
    //background(255, 0, 0);
    fill(255,0,0);
    textAlign(LEFT, TOP);
    text('Disconnesso :/', 880, 80);
    forzapol = 0;
    forzaind = 0;
    forzamed = 0;
    forzaarc = 0;
```

```
}  
fill(0);  
indice=((IndiceFor/(9.81/1000))+25.161)*0.3418;  
pollice=((PolliceFor/(9.81/1000))+25.161)*0.3418;  
medio=((MedioFor/(9.81/1000))+25.161)*0.3418;  
arco=((ArcoFor/(9.81/1000))+25.161)*0.3418;  
indicerim = map(indice, 0, 350, 0, 255,true);  
pollicerim = map(pollice, 0, 350, 0, 255,true);  
mediorim = map(medio, 0, 350, 0, 255,true);  
arcorim = map(arco, 0, 350, 0, 255,true);  
if (forzaind<=0)  
{  
forzaind=0;  
}  
if (forzapol<=0)  
{  
forzapol=0;  
}  
if (forzamed<=0)  
{  
forzamed=0;  
}
```

```
if (forzaarc<=0)
{
forzaarc=0;
}

indicerim = round(indicerim,2);
pollicerim = round(pollicerim,2);
mediorim = round(mediorim,2);
arcorim = round(arcorim,2);
/* text(forzaind, 350, 30);
text(forzapol, 350, 50);
text(forzamed, 350, 70);
text(forzaarc, 350, 90);
text(round(indice,2), 350, 110);
text(round(pollice,2), 350, 130);
text(round(medio,2), 350, 150);
text(round(arco,2), 350, 170);
text(indicerim, 350, 190);
text(pollicerim, 350, 210);
text(mediorim, 350, 230);
text(arcorim, 350, 250);*/

//Sets and updates the text values for the labels and data.
text("Forza pollice:", 700, 130);
```

```
text( + PolliceFor + " N", 700, 155);
text("Forza PolliceFore", 700, 195);
text(+ IndiceFor + " N", 700, 220);
text("Forza medio", 700, 260);
text(+ MedioFor + " N", 700, 285);
text("Forza di contatto", 700, 325);
text( + ArcoFor + " N", 700, 350);
text("Condizioni mano:", 700, 415);
if (Movimento==1) {
    text("In Movimento", 700, 440);
} else {
    text("Stabile", 700, 440);
}
image(imgNS, 625, 460);
text("Direzione Antero - posteriore:", 700, 480);

if(DirezioneNS == 1){
    image(imgN, 625, 460);
    text("Nord", 700, 505);
}
else if(DirezioneNS == 2){
    image(imgS, 625, 460);
```

```
    text("Sud", 700, 505);
}
else{
    image(imgNS, 625, 460);
    text("Ferma", 700, 505);
}
image(imgEO, 625, 525);
text("Direzione Medio - Laterale:", 700, 545);
if(DirezioneEO == 1){
    image(imgE, 625, 545);
    text("Est", 700, 570);
}
else if(DirezioneEO == 2){
    image(imgO, 625, 545);
    text("Ovest", 700, 570);
}
else{
    image(imgEO, 625, 525);
    text("Ferma", 700, 570);
}
image(imgMano, 100, 25);
image(sfond, 1000, 5);
```

```
//fill(color(random(0, 100), 90, 90));  
  
var c1 = map (indicerim,0,200,10,110,true);  
  noStroke();  
  fill(color(150,220-indicerim/1.5, 0));  
  ellipse(232, 112, c1, c1);  
  
var c2 = map (arcorim,0,200,10,110,true);  
  noStroke();  
  fill(color(150,220-arcorim/1.5,10));  
  ellipse(210, 380, c2,c2);  
  
var c3 = map (mediorim,0,200,10,110,true);  
  noStroke();  
  fill(color(150, 220-mediorim/1.5,10));  
  ellipse(307, 85, c3, c3);  
  
var c4 = map (pollicerim,0,200,10,110,true);  
  noStroke();  
  fill(color(150, 220-pollicerim/1.5,10));  
  ellipse(141, 284, c4, c4);  
}  
  
  document.querySelector('#read').addEventListener('click', function() {  
    if (isWebBluetoothEnabled()) { read() }  
  })
```

```
document.querySelector('#start').addEventListener('click', function(event) {
  if (isWebBluetoothEnabled()) { start() }
})
document.querySelector('#stop').addEventListener('click', function(event) {
  if (isWebBluetoothEnabled()) { stop() }
})
function isWebBluetoothEnabled() {
  if (!navigator.bluetooth) {
    console.log('Web Bluetooth API is not available in this browser!')
    return false
  }
  return true
}
function getDeviceInfo() {
  let options = {
    optionalServices: [bleService],
    filters: [
      { "name": deviceName }
    ]
  }
  console.log('Requesting any Bluetooth Device...')
  return navigator.bluetooth.requestDevice(options).then(device => {
```

```
    bluetoothDeviceDetected = device
  }).catch(error => {
    console.log('Argh! ' + error)
  })
}

function read() {
  return (bluetoothDeviceDetected ? Promise.resolve() : getDeviceInfo())
  .then(connectGATT)
  .then(_ => {
    console.log('Valutando la forza misurata...')
    return gattCharacteristic.readValue()
  })
  .catch(error => {
    console.log('Waiting to start reading: ' + error)
  })
}

function connectGATT() {
  if (bluetoothDeviceDetected.gatt.connected && gattCharacteristic) {
    return Promise.resolve()
  }
  return bluetoothDeviceDetected.gatt.connect()
  .then(server => {
```



```
    console.log('Getting GATT Service...')
    return server.getPrimaryService(bleService)
  })
  .then(service => {
    console.log('Getting GATT Characteristic...')
    return service.getCharacteristic(bleCharacteristic)
  })
  .then(characteristic => {
    gattCharacteristic = characteristic
    gattCharacteristic.addEventListener('characteristicvaluechanged',
      handleChangedValue)
    //   var value=event.target.value.getUint16(0);
    //   $("#Notified Value").text(""+value);
    document.querySelector('#start').disabled = false
    document.querySelector('#stop').disabled = true
    isConnected = true;
  })
}

function handleChangedValue(event) {
  let decoder = new TextDecoder('utf-8');
```

```
let value = event.target.value

var now = new Date()

console.log('> ' + now.getHours() + ':' + now.getMinutes() + ':' + now.getSeconds() + ' UV Index is ' + decoder.decode(value) )

receivedValue=decoder.decode(value);

splitString = receivedValue.split(',');

PolliceFor = splitString[1]/100;

MedioFor = splitString[3]/100;

IndiceFor = splitString[2]/100;

ArcoFor = splitString[0]/100;

console.log('> Pollice ' + PolliceFor + 'Indice :' + IndiceFor + 'Medio :' + MedioFor + ' Arco ' + ArcoFor )

}

function start() {

  gattCharacteristic.startNotifications()

  .then(_ => {

    console.log('Start reading...')

    document.querySelector('#start').disabled = true

    document.querySelector('#stop').disabled = false

  })

  .catch(error => {

    console.log('[ERROR] Start: ' + error)

  })

}
```

```
function stop() {  
  gattCharacteristic.stopNotifications()  
  .then(_ => {  
    console.log('Stop reading...')  
    document.querySelector('#start').disabled = false  
    document.querySelector('#stop').disabled = true  
  })  
  .catch(error => {  
    console.log('[ERROR] Stop: ' + error)  
  })  
}  
  
</script>  
</body>  
</html>
```

## DISCOVER MORE PAGE

“HowEglove.html”

```
<!DOCTYPE html>  
<html>  
<title>MeCFES: write the future</title>  
<meta charset="UTF-8">
```

```
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
<link rel="stylesheet" href="https://www.w3schools.com/w3css/4/w3.css">
<link rel="stylesheet" href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Raleway">
<link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/4.7.0/css/font-awesome.min.css">
<script src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.5.6/p5.js"></script>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/p5.js"></script>
<script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/addons/p5.dom.min.js"></script>
<script src="https://unpkg.com/p5ble@0.0.4/dist/p5.ble.js"></script>
  <script src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.5.6/addons/p5.dom.js"></script>
  <script src="sketchBT.js"></script>
<style>
body,h1,h2,h3,h4,h5,h6 { font-family: "Raleway", sans-serif}
body, html {
  height: 100%;
  line-height: 1.8;
}
/* Full height image header */
.bgimg-1 {
  background-position: center;
  background-size: cover;
  background-image: url("hand.jpg");
  min-height: 100%;
```

```
}  
  
  .bgimg-5 {  
background-position: center;  
background-size: cover;  
background-image: url("elettro.jpg");  
min-height: 100%;  
}  
  
  .bgimg-6 {  
background-position: center;  
background-size: cover;  
background-image: url("guida.jpg");  
min-height: 100%;  
}  
  
  .bgimg-7 {  
background-position: center;  
background-size: cover;  
background-image: url("arduino.jpg");  
min-height: 100%;  
}  
  
  .bgimg-8 {  
background-position: center;  
background-size: cover;
```

```
background-image: url("web.jpg");
min-height: 100%;
}

.bgimg-9 {
background-position: center;
background-size: cover;
background-image: url("cad.JPG");
min-height: 100%;
}

.staffing-1 {
background-position: center;
background-size: cover;
background-image: url("Rune.jpg");
}

.w3-bar .w3-button {
padding: 16px;
}

canvas {
display: block;
position: absolute;
}

.google-maps {
```

```
position: relative;

padding-bottom: 75%; /* Definisco l'aspect ratio */

height: 0;

overflow: hidden;

}

.google-maps > iframe {

position: absolute;

top: 0;

left: 0;

width: 100% !important;

height: 100% !important;

}

</style>

<body>

<!-- Navbar (sit on top) -->

<div class="w3-top">

<div class="w3-bar w3-white w3-card" id="myNavbar">

<a href="#home" class="w3-bar-item w3-button w3-wide">MeCFES</a>

<!-- Right-sided navbar links -->

<div class="w3-right w3-hide-small">

<a href="Sito.html" class="w3-bar-item w3-button">HOMEPAGE</a>
```

```

<a href="#ard" class="w3-bar-item w3-button">CODICE ARDUINO</a>

<a href="#web" class="w3-bar-item w3-button"> PAGINA WEB</a>

<a href="#box" class="w3-bar-item w3-button"> E-GLOVE BOX</a>

<a href="#elettro" class="w3-bar-item w3-button"> ELETTRONICA</a>

<a href="#guide" class="w3-bar-item w3-button">GUIDE </a>

</div>

<!-- Hide right-floated links on small screens and replace them with a menu icon -->

<a href="javascript:void(0)" class="w3-bar-item w3-button w3-right w3-hide-large w3-hide-medium" onclick="w3_open()">

  <i class="fa fa-bars"></i>

</a>

</div>

</div>

<!-- Sidebar on small screens when clicking the menu icon -->

<nav class="w3-sidebar w3-bar-block w3-black w3-card w3-animate-left w3-hide-medium w3-hide-large" style="display:none"
id="mySidebar">

<a href="javascript:void(0)" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button w3-large w3-padding-16">Chiudi ×</a>

<a href="Sito.html" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">HOMEPAGE</a>

<a href="#ard" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">CODICE ARDUINO</a>

<a href="#web" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">PAGINA WEB</a>

<a href="#box" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">E-GLOVE BOX</a>

<a href="#elettro" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">ELETTRONICA</a>

<a href="#guide" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button"> GUIDE </a>

```



```

</nav>

<!-- Header with full-height image -->

<header class="bgimg-1 w3-display-container w3-grayscale-min" id="home">

  <div class="w3-display-left w3-text-white" style="padding:48px">

    <span class="w3-jumbo w3-hide-small">Scrivi il futuro con le tue mani</span><br>

    <span class="w3-xxlarge w3-hide-large w3-hide-medium">Scrivi il futuro con le tue mani</span><br>

    <span class="w3-large">Non perdere altro tempo, inizia subito ad utilizzare E-glove e godi dei benefici che ne derivano!</span>

    <p><a href="webbluetooth.html" class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-top w3-opacity w3-hover-opacity-off">Inizia ora</a></p>

  </div>

  <div class="w3-display-bottomleft w3-text-grey w3-large" style="padding:24px 48px">

    <i class="fa fa-facebook-official w3-hover-opacity"></i>

    <i class="fa fa-instagram w3-hover-opacity"></i>

    <i class="fa fa-snapchat w3-hover-opacity"></i>

    <i class="fa fa-pinterest-p w3-hover-opacity"></i>

    <i class="fa fa-twitter w3-hover-opacity"></i>

    <i class="fa fa-linkedin w3-hover-opacity"></i>

  </div>

</header>

<!-- Connetti i tuoi dispositivi -->

<div class="w3-container" style="padding:40px 16px" id="connetti"></div>

  <h3 class="w3-center">LA NOSTRA MISSIONE</h3>

```

```
<div>
```

```
  <p class="w3-center" style="padding:18px 40px"> E-glove nasce con l'obiettivo di fornire a pazienti affetti da disabilita' motorie all'arto superiore un dispositivo <b>leggero </b>, <b>indossabile</b> e <b>mini-invasivo</b> in grado di modificare in maniera profonda la loro quotidianita'.<br>
```

```
  In questa ottica, la corrente versione di E-glove, un guanto in grado di aumentare le capacita' propriocettive del paziente che lo indossa, e' stata direttamente progettata al fine di confentire agli attori coinvolti nel processo di riabilitazione della mano, uno strumento utile alla valutazione ed al miglioramento delle performance motorie (es. forza della presa della mano).<br>
```

```
  Il dispositivo E-glove puo' essere utilizzato in associazione al dispositivo MeCFES, che utilizza segnale EMG prodotto autonomamente dal paziente per il controllo della stimolazione elettrica funzionale ai muscoli preposti al controllo dei movimenti della mano, garantendo la possibilita' di avere un ulteriore controllo sulla forza esercitata garantendo una presa ottimale anche nelle condizioni piu' difficili sfruttando un sistema di retroazione integrato nel dispositivo. </p>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-container w3-dark-grey" style="padding:40px 16px">
```

```
  <h3 class="w3-center">IN QUATTRO PAROLE...</h3>
```

```
<div class="w3-row-padding w3-center" style="margin-top:64px">
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
  <i class="fa fa-desktop w3-margin-bottom w3-jumbo w3-center"></i>
```

```
<p class="w3-large">Responsive</p>
```

```
<p>MeCFES e' in grado di adattarsi alle necessita' del paziente accompagnandolo in maniera graduale durante tutto il percorso di riabilitazione. </p>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
  <i class="fa fa-bluetooth w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
```

```
<p class="w3-large">Connesso</p>
```

```
<p>Grazie alla tecnologia BT integrata all'interno del dispositivo, i dati sono continuamente monitorabili, sia da desktop che da tablet o telefono.</p>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<i class="fa fa-leaf w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
```

```
<p class="w3-large">Wearable</p>
```

```
<p>Uno dei principali obiettivi di MeCFES e' la realizzazione di un dispositivo efficace e funzionale, ma anche leggero, comodo e discreto.</p>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-quarter">
```

```
<i class="fa fa-cog w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
```

```
<p class="w3-large">Aggiornamento costante</p>
```

```
<p>MeCFES e' continuamente aggiornato con nuove features al fine di migliorarne prestazioni, comodita' ed utilizzabilita' per il paziente.</p>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-container w3-dark-grey" style="padding:30px 0px"></div>
```

```
<!-- Arduino code -->
```

```
<div class="bgimg-7 w3-display-container w3-grayscale-min " id="ard" style="margin-top:0px" >
```

```

    <p align="right"><a href="https://drive.google.com/drive/folders/1ygpLjkkfyNtO_FjZtlJyT6vDtvbprUsv?usp=sharing" class="
w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-opacity w3-hover-opacity-off">leggi il codice
arduino</a></p>

```

```

</div>

```

```

    <!-- Web page -->

```

```

<div class="bgimg-8 w3-display-container w3-grayscale-min" id="web" style="margin-top:20px">

```

```

    <p align="right"><a href="https://drive.google.com/drive/folders/1tgiPawkBcW9gCluLBSSlipZ5PEOEVtlK?usp=sharing" class="
w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-opacity w3-hover-opacity-off">Scopri i segreti dietro la
pagina web</a></p>

```

```

</div>

```

```

    <!-- CAD -->

```

```

<div class="bgimg-9 w3-display-container w3-grayscale-min" id="box" style="margin-top:20px">

```

```

    <p align="right"><a href="https://drive.google.com/drive/folders/1hceve6DY3GQlQnQ1Ha5qBnDkT-l5-j6ga?usp=sharing"
class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-opacity w3-hover-opacity-off" > Scopri E-glove box
</a></p>

```

```

</div>

```

```

    <!-- Schematici -->

```

```

<div class="bgimg-5 w3-display-container w3-grayscale-min" id="elettro" style="margin-top:20px">

```

```

    <p align="right"><a href="https://drive.google.com/drive/folders/1-7xmXPIonekdIb1I50hgpOz2mhgHBaNI?usp=sharing"
class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-opacity w3-hover-opacity-off" > Scopri gli schematici
</a></p>

```

```

</div>

```

```

    <!-- Guida -->

```

```

<div class="bgimg-6 w3-display-container w3-grayscale-min" id="guide" style="margin-top:20px">

```

```

    <p align="right"><a href="https://drive.google.com/drive/folders/1jdmlitGnz5QAaULMXwNLXEYTkzi9BsOP?usp=sharing"
class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-opacity w3-hover-opacity-off" > Leggi le nostre
guide</a></p>

```

```

</div>

```

```

<!-- Team Section -->

```

```

<div class="w3-container" style="padding:128px 16px" id="scopri">

```

```

    <h3 class="w3-center">IL TEAM</h3>

```

```

    <p class="w3-center w3-large">Coloro che lavorano a questo progetto</p>

```

```

    <div class="w3-row-padding w3-grayscale" style="margin-top:64px">

```

```

        <div class="w3-col l3 m6 w3-margin-bottom">

```

```

            <div class="w3-card">

```

```

                </div>

```

```

        </div>

```

```

        <div class="w3-col l3 m6 w3-margin-bottom">

```

```

            <div class="w3-card">

```

```

```

```

                <div class="w3-container">

```

```

                    <h3>Rune Thorsen</h3>

```

```

                    <p class="w3-opacity">Fondatore & ricercatore</p>

```

```

                    <p> Ricerca e sviluppo di sistemi per ripristinare/facilitare movimenti funzionali sui soggetti con lesioni neurologiche tramite
segnali biologici e stimolazione elettrica funzionale. E' da anni impegnato sul progetto MeCFES.</p>

```

```

                    <p><a class="w3-button w3-light-grey w3-block" href="http://www.thorsen.it/homepage/aboutme/aboutme_it.html" ><i
class="fa fa-envelope"></i> Contatta</a></p>

```

```

                </div>
            </div>
        </div>
    </div>

```

```

</div>

</div>

<div class="w3-col l3 m6 w3-margin-bottom">

  <div class="w3-card">

    <div class="w3-container">

      <h3>Filippo Cinotti</h3>

      <p class="w3-opacity">Studente - ricercatore</p>

      <p>Studente di ingegneria biomedica presso il Politecnico di Milano e neo-laureato presso la UIC a Chicago. Ricercatore
nell'ambito delle neuroprotesi all'interno del percorso di tesi di laurea. Ha lavorato all'implementazione dell' E-glove.</p>

      <p><a class="w3-button w3-light-grey w3-block" href="filippo.cinotti96@gmail.com"><i class="fa fa-envelope"></i>
Contatta</a></p>

    </div>

  </div>

</div>

</div>

</div>

</div>

</div>

<div class="w3-container w3-row w3-center w3-dark-grey w3-padding-64">

  <div class="w3-quarter">

    <span class="w3-xxlarge">14+</span>

    <br>Partners

  </div>

  <div class="w3-quarter">

```

```

<span class="w3-xxlarge">14+</span>
<br>Pubblicazioni
</div>
<div class="w3-quarter">
  <span class="w3-xxlarge">89+</span>
  <br>Pazienti soddisfatti
</div>
<div class="w3-quarter">
  <span class="w3-xxlarge">40+</span>
  <br>Meetings
</div>
</div>
<!-- Work Section -->
<div class="w3-container" style="padding:128px 16px" id="work">
  <h3 class="w3-center">Il NOSTRO LAVORO</h3>
  <p class="w3-center w3-large">Quali risultati sono gia' stati raggiunti</p>
  <div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
  </div>

```

```
</div>
<div class="w3-col l3 m6">
  
</div>
<div class="w3-col l3 m6">
  
</div>
</div>
<div class="w3-row-padding w3-section">
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
  <div class="w3-col l3 m6">
    
  </div>
</div>
```



```

</div>

<!-- Modal for full size images on click-->
<div id="modal01" class="w3-modal w3-black" onclick="this.style.display='none'">
  <span class="w3-button w3-xxlarge w3-black w3-padding-large w3-display-topright" title="Close Modal Image">×</span>
  <div class="w3-modal-content w3-animate-zoom w3-center w3-transparent w3-padding-64">
    <img id="img01" class="w3-image">
    <p id="caption" class="w3-opacity w3-large"></p>
  </div>
</div>

<!-- Skills Section -->
<div class="w3-container w3-light-grey w3-padding-64">
  <div class="w3-row-padding">
    <div class="w3-col m6">
      <h3>Formazione ed interessi.</h3>
      <p>Formazione in ingegneria biomedica con notevole interesse nei seguenti campi:<br>
      </p>
      <p><i>Elettronica, embedded software, programmazione, meccanica, biomedicina,<br> gestione di progetti di ricerca clinica,
      ricerca, protocolli sperimentali, esecuzione di esperimenti.</i></p>
    </div>
    <div class="w3-col m6">
      <p class="w3-wide"><i class="fa fa-usb w3-margin-right"></i>Elettronica</p>
    </div>
  </div>

```

```

<div class="w3-container w3-dark-grey w3-center" style="width:90%">90%</div>
</div>
<p class="w3-wide"><i class="fa fa-stethoscope w3-margin-right"></i>Ricerca clinica</p>
<div class="w3-grey">
  <div class="w3-container w3-dark-grey w3-center" style="width:85%">85%</div>
</div>
<p class="w3-wide"><i class="fa fa-superscript w3-margin-right"></i>Ingegneria</p>
<div class="w3-grey">
  <div class="w3-container w3-dark-grey w3-center" style="width:75%">75%</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<h3>PUBBLICAZIONI</h3>
<p class="w3-large">Di seguito sono mostrate le pubblicazioni piu' recenti che riguardano MeCFES</p>
<div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">
  <div class="w3-third w3-section">
    <ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">
      <li class="w3-black w3-padding-32">A Non-Invasive Neuroprosthesis Augments Hand Grasp Force In Individuals With Cervical Spinal Cord Injury - The Functional and Therapeutic Effects.</li>
      <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>
      <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>The primary purpose of this study was to evaluate myoelectrically controlled functional electrical stimulation (MeCFES) for enhancing the tenodesis grip in people with tetraplegia. The second aim

```

was to estimate the potential number of candidates for the MeCFES device. The application of MeCFES provides the user with direct control of the grasp force as opposed to triggered FES systems.</p></li>

<li class="w3-light-grey w3-padding-24">

<a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/836959/">LEGGI</a>

</li>

</ul>

</div>

<div class="w3-third">

<ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

<li class="w3-red w3-padding-48">Myoelectrically driven functional electrical stimulation may increase motor recovery of upper limb in poststroke subjects: A randomized controlled pilot study.</li>

<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>

<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>The objective of this randomized controlled pilot study was to assess the feasibility and effectiveness of myoelectrically controlled functional electrical stimulation (MeCFES) for rehabilitation of the upper limb in poststroke subjects.

</p></li>

<li class="w3-light-grey w3-padding-24">

<a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24203541/">LEGGI</a>

</li>

</ul>

</div>

<div class="w3-third w3-section">

<ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

<li class="w3-black w3-padding-32">Correlation among lesion level, muscle strength and hand function in cervical spinal cord injury </li>

<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>

<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p> To examine the frequency distribution of neurological level of lesion and to investigate the correlation among level, active muscles in the arm and the relation to hand function.

<br> <br> <br> <br> <br> <br>

</p></li>

<li class="w3-light-grey w3-padding-24">

<a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23820875/">LEGGI</a>

</li>

</ul>

</div>

</div>

<div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">

<div class="w3-third w3-section">

<ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

<li class="w3-red w3-padding-32">Battery powered neuromuscular stimulator circuit for use during simultaneous recording of myoelectric signals</li>

<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2009</p></li>

<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>Surface Functional Electrical Stimulation (FES) requires high stimulation voltages. A step-up transformer in the output stage of the stimulation circuit is often used. In the present technical paper a voltage controlled current source (VCCS) is presented as an alternative to the transformer coupling.

<br>

<br>

```

    </p></li>

    <li class="w3-light-grey w3-padding-24">

        <a class="w3-button w3-black w3-padding-large"
href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350453309001386">LEGGI</a>

    </li>

</ul>

</div>

<div class="w3-third">

    <ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">

        <li class="w3-black w3-padding-48">Functional electrical stimulation reinforced tenodesis effect controlled by myoelectric
activity from wrist extensors.</li>

        <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2006</p></li>

        <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>We demonstrated a method for enhancing the tenodesis grip in individuals
with sustained tetraplegia at the 6th cervical vertebra neurological level. Subjects used the myoelectric activity from wrist extensor
muscles to directly control the electrical stimulation of the extrinsic finger and thumb flexors (flexor pollicis longus and flexor
digitorum superficialis/profundus) with the use of a specially designed system, Myoelectrically Controlled Functional Electrical
Stimulation (MeCFES).

        </p></li>

        <li class="w3-light-grey w3-padding-24">

            <a class="w3-button w3-black w3-padding-large"
href="https://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/2/Thorsen.html">LEGGI</a>

        </li>

    </ul>

</div>

<div class="w3-third w3-section">

```

```

<ul class="w3-ul w3-white w3-hover-shadow">
  <li class="w3-red w3-padding-32">Experimental protocol for the kinematic analysis of the hand: Definition and repeatability.
</li>
  <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2005</p></li>
  <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p> A quantitative and objective method based on the optoelectronic kinematic
analysis of hand segments and on the calculation of global and partial parameters, which provide measures of the degree of long
finger and thumb extension is proposed for the evaluation of the hand's voluntary range of motion and maximal opening of the fingers
and thumb.
  <br>
  <br>
</p></li>
  <li class="w3-light-grey w3-padding-24">
    <a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15978812/">LEGGI</a>
  </li>
</ul>
</div>
</div>
<p><br></p>
<p><br></p>
  <p class="w3-center"><a href="http://www.thorsen.it/homepage/aboutme/publications.html" class="w3-center w3-button w3-
white w3-padding-large w3-large w3-margin-top w3-opacity w3-hover-opacity-off">Scopri di piu'</a></p>
</div>
<!-- Contact Section -->
<div class="w3-container w3-light-grey" style="padding:128px 16px" id="contact">

```

```

<h3 class="w3-center">CONTATTI</h3>

<p class="w3-center w3-large">Per qualsiasi informazione non esitare a contattarci. Inviaci un messaggio:</p>

<div style="margin-top:48px">

  <p><i class="fa fa-map-marker fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"></i> Milano, IT</p>

  <p><i class="fa fa-phone fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"></i> Phone: +39 3486463807</p>

  <p><i class="fa fa-envelope fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"> </i> Email: filippo.cinotti96@mail.com</p>

  <br>

  <form action="/action_page.php" target="_blank">

    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Nome" required name="Nome"></p>

    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Email" required name="Email"></p>

    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Oggetto" required name="Oggetto"></p>

    <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Messaggio" required name="Messaggio"></p>

    <p>

      <button class="w3-button w3-black" type="submit">

        <i class="fa fa-paper-plane"></i> INVIA MESSAGGIO

      </button>

    </p>

  </form>

</div>

</div>

<!-- Image of location/map -->

<div class="w3-container w3-white" style="padding:40px 16px">

```

```
<h3 class="w3-center">DOVE SIAMO</h3>
```

```
<div class="google-maps" >
```

```
<iframe
src="https://www.google.com/maps/embed?pb=!1m18!1m12!1m3!1d9248.597408981941!2d9.122248643896306!3d45.4710736194
4258!2m3!1f0!2f0!3f0!3m2!1i1024!2i768!4f13.1!3m3!1m2!1s0x4786c14d3a30d741%3A0x1ec4e675e5530c33!2sPolo%20Tecnolog
ico%2C%20IRCCS%20Don%20Carlo%20Gnocchi!5e0!3m2!1sit!2sit!4v1597235055346!5m2!1sit!2sit" frameborder="0"
style="border:0" allowfullscreen></iframe>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<!-- Footer -->
```

```
<footer class="w3-center w3-black w3-padding-64">
```

```
<a href="#home" class="w3-button w3-light-grey"><i class="fa fa-arrow-up w3-margin-right"></i>To the top</a>
```

```
<div class="w3-xlarge w3-section">
```

```
<i class="fa fa-facebook-official w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-instagram w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-snapchat w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-pinterest-p w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-twitter w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-linkedin w3-hover-opacity"></i>
```

```
</div>
```

```
<p>Powered by <a href="https://www.linkedin.com/in/filippo-cinotti-360413173/" title="Filippo Cinotti" target="_blank"
class="w3-hover-text-green">Filippo Cinotti</a></p>
```

```
</footer>
```



```
<script>

// Modal Image Gallery
function onClick(element) {
    document.getElementById("img01").src = element.src;
    document.getElementById("modal01").style.display = "block";
    var captionText = document.getElementById("caption");
    captionText.innerHTML = element.alt;
}

// Toggle between showing and hiding the sidebar when clicking the menu icon
var mySidebar = document.getElementById("mySidebar");

function w3_open() {
    if (mySidebar.style.display === 'block') {
        mySidebar.style.display = 'none';
    } else {
        mySidebar.style.display = 'block';
    }
}

// Close the sidebar with the close button
function w3_close() {
    mySidebar.style.display = "none";
}

</script>
```

## MeCFES PAGE

“MeCFES.html”

```
</body><!DOCTYPE html>

<html>

<title>MeCFES: write the future</title>

<meta charset="UTF-8">

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

<link rel="stylesheet" href="https://www.w3schools.com/w3css/4/w3.css">

<link rel="stylesheet" href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Raleway">

<link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/4.7.0/css/font-awesome.min.css">

<script src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.5.6/p5.js"></script>

  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/p5.js"></script>

  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.7.2/addons/p5.dom.min.js"></script>

  <script src="https://unpkg.com/p5ble@0.0.4/dist/p5.ble.js"></script>

  <script src="http://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/p5.js/0.5.6/addons/p5.dom.js"></script>

  <script src="sketchBT.js"></script>

<style>

body,h1,h2,h3,h4,h5,h6 { font-family: "Raleway", sans-serif}

body, html {

  height: 100%;
```

```
    line-height: 1.8;
}
/* Full height image header */
.bgimg-1 {
    background-position: center;
    background-size: cover;
    background-image: url("hand.jpg");
    min-height: 100%;
}
.bgimg-2 {
    background-position: center;
    background-size: cover;
    background-image: url("Prototipo_coll.png");
    min-height: 100%;
}
.bgimg-3 {
    background-position: center;
    background-size: cover;
    background-image: url("MC.jpg");
    min-height: 100%;
}
.bgimg-4 {
```

```
background-position: center;
background-size: cover;
background-image: url("pat.jpg");
min-height: 100%;
}
    .staffing-1 {
background-position: center;
background-size: cover;
background-image: url("Rune.jpg");

}
.w3-bar .w3-button {
padding: 16px;
}
    canvas {
display: block;
    position: absolute;
}
.google-maps {
position: relative;
padding-bottom: 75%; /* Definisco l'aspect ratio */
height: 0;
```

```
overflow: hidden;
}
.google-maps > iframe {
position: absolute;
top: 0;
left: 0;
width: 100% !important;
height: 100% !important;
}
.aligncenter {
text-align: center;
}
</style>
<body>
<!-- Navbar (sit on top) -->
<div class="w3-top">
<div class="w3-bar w3-white w3-card" id="myNavbar">
<a href="#home" class="w3-bar-item w3-button w3-wide">MeCFES</a>
<!-- Right-sided navbar links -->
<div class="w3-right w3-hide-small">
<a href="#comef" class="w3-bar-item w3-button"><i class="fa fa-search"></i> COME FUNZIONA</a>
<a href="#elettrodi" class="w3-bar-item w3-button"><i class="fa fa-bolt"></i> ELETTRODI</a>
```

```

    <a href="#mc" class="w3-bar-item w3-button"><i class="fa fa-play"></i> INIZIA AD UTILIZZARE MeCFES</a>

    <a href="Sito.html" class="w3-bar-item w3-button"> HOMEPAGE </a>

</div>

<!-- Hide right-floated links on small screens and replace them with a menu icon -->

<a href="javascript:void(0)" class="w3-bar-item w3-button w3-right w3-hide-large w3-hide-medium" onclick="w3_open()">

    <i class="fa fa-bars"></i>

</a>

</div>

</div>

<!-- Sidebar on small screens when clicking the menu icon -->

<nav class="w3-sidebar w3-bar-block w3-black w3-card w3-animate-left w3-hide-medium w3-hide-large" style="display:none"
id="mySidebar">

    <a href="javascript:void(0)" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button w3-large w3-padding-16">Chiudi ×</a>

    <a href="#comef" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">COME FUNZIONA</a>

    <a href="#elettrodi" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">ELETTRODI</a>

    <a href="#mc" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">INIZIA AD UTILIZZARE MeCFES</a>

    <a href="Sito.html" onclick="w3_close()" class="w3-bar-item w3-button">HOMEPAGE</a>

</nav>

<!-- Header with full-height image -->

<header class="bgimg-3 w3-display-container w3-grayscale-min" id="home">

    <div class="w3-display-left w3-text-white" style="padding:48px">

```

```

<span class="w3-jumbo w3-hide-small">MeCFES</span><br>
<span class="w3-xxlarge w3-hide-large w3-hide-medium">MeCFES</span><br>
  <span class="w3-large">Spazio ai tuoi muscoli</span>
  <p><a href="#mc" class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-top w3-opacity w3-hover-opacity-off">Inizia ora</a></p>
</div>
<div class="w3-display-bottomleft w3-text-grey w3-large" style="padding:24px 48px">
  <i class="fa fa-facebook-official w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-instagram w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-snapchat w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-pinterest-p w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-twitter w3-hover-opacity"></i>
  <i class="fa fa-linkedin w3-hover-opacity"></i>
</div>
</header>

<!-- Connetti i tuoi dispositivi -->
<div class="w3-container" style="padding:40px 16px" id="comef"></div>
  <h3 class="w3-center">COME FUNZIONA</h3>
  <div>
    <p class="w3-center" style="padding:18px 40px"> Il progetto MeCFES (Myoelectrically controlled functional electrical stimulation) ha come scopo principale la riabilitazione di pazienti affetti da disabilita motorie. Si rivolge verso persone con danni al sistema nervoso centrale quali ictus, lesioni spinali, sclerosi multipla o trauma cranico, etc. <br>

```

```

    <div class="w3-row-padding w3-center" style="padding:18px 40px">
  <div class="w3-quarter">
    <i class="fa fa-hand-paper-o w3-margin-bottom w3-jumbo w3-center"></i>
    <p class="w3-large">Arti Superiori</p>
    <p>MeCFES si rivolge principalmente sulla stimolazione ed alla riabilitazione degli arti superiori, sebbene la tecnica potrebbe essere estesa anche agli arti inferiori, con metodologie simili.</p>
  </div>
  <div class="w3-quarter">
    <i class="fa fa-bolt w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
    <p class="w3-large">Stimolazione Elettrica Funzionale</p>
    <p>E' stato dimostrato che in pazienti con lesione spinale oppure ictus, l'utilizzo di una neuroprotesi possa portare notevoli benefici da un punto di vista di efficacia e risultati della riabilitazione.</p>
  </div>
  <div class="w3-quarter">
    <i class="fa fa-heart w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
    <p class="w3-large">Controllo mioelettrico</p>
    <p>Il MeCFES è un dispositivo elettronico innovativo che combina stimolazione elettrica con controllo mioelettrici per sostenere vari movimenti utilizzando l'energia fornita da batterie.</p>
  </div>
  <div class="w3-quarter">
    <i class="fa fa-eye w3-margin-bottom w3-jumbo"></i>
    <p class="w3-large">Attivazione volontaria</p>
    <p>L'attivit  di MeCFES puo' essere controllata direttamente dal paziente attraverso movimenti del polso, la quale intensita' va a definire in maniera proporzionale l'intensita' di stimolazione.</p>

```



```
</div>
```

```
</div>
```

```
<div class="w3-container w3-light-grey" style="padding:18px 140px">
```

```
<br>
```

```
<h3 class="w3-center">PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO</h3>
```

MecFES si basa sul principio per il quale utilizzando elettrodi superficiali posti sulla cute sopra i muscoli interessati è possibile rinforzare i movimenti volontari. Appunto il fatto che si cerca di aumentare la contrazione con un controllo che rispecchia immediatamente quello che l'utente cerca di fare, (antiche tecniche di controllo chiuso come spesso utilizzati nei neuroprotesi) è ipotizzato vantaggioso per l'utente.

```
<br>
```

Abbiamo dimostrato che in alcuni soggetti con tetraplegia si potrebbe aumentare la forza della presa notevolmente. Ci sono anche discrete evidenze che soggetti con lesioni cerebrali ottengono vantaggi nella riabilitazione utilizzando il sistema per la rieducazione della mano.

```
<br>
```

```
<br>
```

```
<p class="aligncenter">
```

```

```

```
</p>
```

```
<br>
```

```
<br>
```

Il sistema utilizza elettrodi di superficie sia per la registrazione dei segnali volontarie sia per la stimolazione. La combinazione tra stimolazione (FES) e segnali mioelettrici (EMG) pone alcuni sfide tecniche. La difficoltà principale al livello tecnologico è stato di essere in grado di registrare tali segnali, a loro volta molto deboli, mentre si stimola lo stesso muscolo con un intensità milioni di volte più grande del segnale mioelettrico.

<br>

<br>

<br>

<h4 class="w3-center"><i>"Un analogia potrebbe essere di immaginarsi di cantare a pieni polmoni mentre si ascolta il bisbiglio di un altro."</i></h4>

<br>

<br>

Risolvendo questo problema il risultato è che un muscolo debole innesca la stimolazione ottenendo come risultato una maggior contrazione degli stessi.

<br>

<br>

<br>

<h4 class="w3-center"><i>"Con microfono amplificatore e casse, un sottovoce viene amplificato per raggiungere migliaia di orecchie."</i></h4>

<br>

<br>

Nello stesso modo il MeCFES utilizza il segnale di alcuni fibre muscolare ancora sotto controllo del soggetto per attivare altri unità motorie, non più sotto controllo volontario con il risultato di esercitare maggior forza. La stimolazione segue l'aumento o diminuzione della contrazione volontaria in tempo reale ottenendo l'effetto di un servosterzo. Questo particolare consente di ottenere un movimento o forza senza eccessiva fatica da parte dell'utente disabile. I parametri che intervengono nella regolazione del neuroprotesi possono essere configurabili tramite un PC al fine di ottenere il controllo ottimale della mano da parte del paziente.<br>

</div>

</div>

### <h3 class="w3-center"><br>VANTAGGI FUNZIONALI E TERAPEUTICI</h3>

<div>

<p class="w3-center" style="padding:18px 40px"> Nella riabilitazione neuromotoria di pazienti con ictus e' noto come il <b>coinvolgimento </b> del soggetto sottoposto alla terapia sia di essenziale importanza (<i>task oriented movement therapy</i>). Il metodo MeCFES consente al terapeuta di cominciare a lavorare insieme al paziente con movimenti semplici e molto deboli ottenendo risultati fin da subito. Spesso, la debolezza e le difficoltà del paziente rendono la partecipazione attiva difficile e demoralizzante perchè potrebbe sembrare impossibile raggiungere l'obiettivo. Al contrario, l'aumento della forza di contrazione che guida il movimento introdotto dal MeCFES permette ad alcuni pazienti di iniziare a svolgere degli esercizi funzionali e <i>task oriented</i> fin dalle prime fasi della riabilitazione. Così facendo <b> si viene innescando un feedback positivo; il soggetto si sente incoraggiato a lavorare coscientemente non solo con l'attivazione ma anche il rilassamento muscolare.</b>

<br>

Persone con mielolesione potrebbe, invece, ottenere un controllato incremento della forza esibito in modo da ottenere una presa più ferma degli oggetti nella vita quotidiana. Un ultimo importante aspetto riguarda il problema della percezione del proprio movimento. Il MeCFES funge anche da bio-feedback perchè la stimolazione coinvolge anche la propriocezione.

</p>

### <h3 class="w3-center"><br>COME SI COSTRUISCE UNA NEUROPROTESI</h3>

<p class="w3-center" style="padding:18px 40px">Lo sviluppo scientifico del progetto ha portato ad una serie di pubblicazioni che descrivono i dettagli del sistema. Innanzitutto serve del hardware elettronico costruito appositamente al fine di erogare la stimolazione simultaneamente con la registrazione del EMG. L'algoritmo di controllo richiede un'elaborazione digitale che potrebbe essere eseguita da tanti recenti microcontrollori. Lo sviluppo elettronico ha reso possibile la miniaturizzazione del sistema al punto che le batterie che devono fornire l'energia diventano la parte più ingombrante, ma anche lì il progresso tecnologico lavora per noi. L'ultima parte ancora da risolvere al meglio è come realizzare un sistema indossabile. Attualmente i prototipi MeCFES richiedono che gli elettrodi vengono posizionati manualmente e collegati con fili di media lunghezza al unità di controllo. Seppure risulta funzionale sarebbe auspicabile facilitare l'applicazione nel modo che utente potrebbe 'indossare' il neuroprotesi in autonomia.</p>

### <h3 class="w3-center"><br>PROSPETTIVE FUTURE</h3>

<p class="w3-center" style="padding:18px 40px">Un obiettivo attuale è di rendere il sistema disponibile per tutti coloro che desiderino testare la tecnica e valutare se possa essere un soluzione per aumentare la propria autonomia e ridurre la disabilità. Sembra che ci sia una tendenza di auto-aiuto e di maggior coinvolgimento nella ricerca di soluzioni per i propri bisogni di superare le sfide della vita quotidiana. Insieme al movimento dei <i>"thinkers"</i> e <i>"makers"</i> le basi tecnologiche sono pronte per sostenere una <b>Neuroprotesi free and open source</b>, ovvero rendere possibile la riabilitazione fai-da-te, ovviamente in collaborazione con clinici ed istituzioni competenti.</p> <br>

```
</div>
  <!-- Work Section -->
<div class="w3-container w3-dark-grey" style="padding:128px 16px" id="work">
  <h3 class="w3-center">Il NOSTRO LAVORO</h3>
  <p class="w3-center w3-large">Alcuni esempi dei risultati gia' raggiunti</p>
  <div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
  </div>
  <div class="w3-row-padding w3-section">
    <div class="w3-col l3 m6">
      
    </div>
  </div>
</div>
```

```

</div>

<div class="w3-col l3 m6">

</div>

<div class="w3-col l3 m6">

</div>

<div class="w3-col l3 m6">

</div>

</div>

</div>

<!-- "Elettrodi" -->

<div class="w3-container " style="padding:40px 16px" id="elettrodi"></div>

<h3 class="w3-center">ELETTRODI</h3>

<div>

  <p class="w3-center w3-white" style="padding:18px 40px"> Qui sotto e' illustrato con fotografie la possibile variazione tra due
  soggetti rispetto al posizionamento dei elettrodi. E' possibile osservare come gli elettrodi di stimolazione siano soggetti a maggior
  variazione individuale. Puo' inoltre capitare di dover utilizzare un elettrodo più grande per quello prossimale.

  <br></p>

<div class="w3-container w3-red" style="padding:28px 16px">

<div class="w3-row-padding">

  <div class="w3-col m6" style="padding:20px 20px">

```

### <h3>Elettrodi di registrazione.</h3>

<p>Per rinforzare la presa tenodesi gli elettrodi di rilevamento viene posizionati sulla pelle sopra il muscolo estensore del polso (estensore carpi radialis e/o estensore carpi ulnaris). Sul gomito si vede l'elettrodo di riferimento il quale non ha particolarmente importanza il collocamento.</p>

<p><a href="#comef" class="w3-button w3-black"><i class="fa fa-search"> </i> Scopri di piu' su MeCFES </a></p>

</div>

<div class="w3-col m6" style="padding:0px 160px">



</div>

</div>

</div>

<div class="w3-container w3-light-grey" style="padding:28px 16px">

<div class="w3-row-padding">

<div class="w3-col m6" style="padding:0px 160px">



</div>

<div class="w3-col m6" style="padding:20px 20px">

### <h3>Elettrodi di stimolazione.</h3>

<p>Qualora si vuole indurre maggior flessione delle dita 2-5 si tenta a stimolare il flessore comune delle dita. Invece se si desidera anche coinvolgere flessione del pollice, l'elettrodo distale potrebbe essere spostato verso di esso.</p>

<p><a href="#comef" class="w3-button w3-black"><i class="fa fa-search"> </i> Scopri di piu' su MeCFES </a></p>

</div>

```

</div>

</div>

  </div>

    <!-- MeCFES -->

<div class="bgimg-3 w3-display-container w3-grayscale-min" id="mc" style="margin-top:0px">

  <p align="right"><a href="PaginaEglove.html" class=" w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-
opacity w3-hover-opacity-off">Inizia ad utilizzare MeCFES</a></p>

</div>

  <!-- Area pazienti -->

<div class="bgimg-4 w3-display-container w3-grayscale-min" id="paziente" style="margin-top:20px">

  <p align="right"><a href="PaginaEglove.html" class="w3-button w3-white w3-padding-large w3-large w3-margin-bottom w3-
opacity w3-hover-opacity-off" >Accedi all'area paziente</a></p>

</div>

<!-- Modal for full size images on click-->

<div id="modal01" class="w3-modal w3-black" onclick="this.style.display='none'">

  <span class="w3-button w3-xxlarge w3-black w3-padding-large w3-display-topright" title="Close Modal Image">×</span>

  <div class="w3-modal-content w3-animate-zoom w3-center w3-transparent w3-padding-64">

    <img id="img01" class="w3-image">

```

```

<p id="caption" class="w3-opacity w3-large"></p>
</div>
</div>
<div class="w3-container w3-center" style="padding:128px 16px" id="pricing">
<h3>PUBBLICAZIONI</h3>
<p class="w3-large">Di seguito sono mostrate le pubblicazioni piu' recenti che riguardano MeCFES</p>
<div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">
<div class="w3-third w3-section">
<ul class="w3-ul w3-light-grey w3-hover-shadow">
<li class="w3-black w3-padding-32">A Non-Invasive Neuroprosthesis Augments Hand Grasp Force In Individuals With Cervical Spinal Cord Injury - The Functional and Therapeutic Effects.</li>
<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>
<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>The primary purpose of this study was to evaluate myoelectrically controlled functional electrical stimulation (MeCFES) for enhancing the tenodesis grip in people with tetraplegia. The second aim was to estimate the potential number of candidates for the MeCFES device. The application of MeCFES provides the user with direct control of the grasp force as opposed to triggered FES systems.</p></li>
<li class="w3-grey w3-padding-24">
<a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/836959/">LEGGI</a>
</li>
</ul>
</div>
<div class="w3-third">
<ul class="w3-ul w3-light-grey w3-hover-shadow">

```



<li class="w3-red w3-padding-48">Myoelectrically driven functional electrical stimulation may increase motor recovery of upper limb in poststroke subjects: A randomized controlled pilot study.</li>

<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>

<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>The objective of this randomized controlled pilot study was to assess the feasibility and effectiveness of myoelectrically controlled functional electrical stimulation (MeCFES) for rehabilitation of the upper limb in poststroke subjects.

</p></li>

<li class="w3-grey w3-padding-24">

<a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24203541/">LEGGI</a>

</li>

</ul>

</div>

<div class="w3-third w3-section">

<ul class="w3-ul w3-light-grey w3-hover-shadow">

<li class="w3-black w3-padding-32">Correlation among lesion level, muscle strength and hand function in cervical spinal cord injury </li>

<li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2013</p></li>

<li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p> To examine the frequency distribution of neurological level of lesion and to investigate the correlation among level, active muscles in the arm and the relation to hand function.

<br>

<br>

<br>

<br>

<br>

```

    <br>
  </p></li>
<li class="w3-grey w3-padding-24">
  <a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23820875/">LEGGI</a>
</li>
</ul>
</div>
</div>
  <div class="w3-row-padding" style="margin-top:64px">
  <div class="w3-third w3-section">
    <ul class="w3-ul w3-light-grey w3-hover-shadow">
      <li class="w3-red w3-padding-32">Battery powered neuromuscular stimulator circuit for use during simultaneous recording of myoelectric signals</li>
      <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2009</p></li>
      <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>Surface Functional Electrical Stimulation (FES) requires high stimulation voltages. A step-up transformer in the output stage of the stimulation circuit is often used.In the present technical paper a voltage controlled current source (VCCS) is presented as an alternative to the transformer coupling.
      <br>
      <br>
      </p></li>
    <li class="w3-grey w3-padding-24">
      <a class="w3-button w3-black w3-padding-large"
href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350453309001386">LEGGI</a>
    </li>

```

```

</ul>
</div>
<div class="w3-third">
  <ul class="w3-ul w3-light-grey w3-hover-shadow">
    <li class="w3-black w3-padding-48">Functional electrical stimulation reinforced tenodesis effect controlled by myoelectric activity from wrist extensors.</li>
    <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2006</p></li>
    <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p>We demonstrated a method for enhancing the tenodesis grip in individuals with sustained tetraplegia at the 6th cervical vertebra neurological level. Subjects used the myoelectric activity from wrist extensor muscles to directly control the electrical stimulation of the extrinsic finger and thumb flexors (flexor pollicis longus and flexor digitorum superficialis/profundus) with the use of a specially designed system, Myoelectrically Controlled Functional Electrical Stimulation (MeCFES).
      </p></li>
    <li class="w3-grey w3-padding-24">
      <a class="w3-button w3-black w3-padding-large"
href="https://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/2/Thorsen.html">LEGGI</a>
    </li>
  </ul>
</div>
<div class="w3-third w3-section">
  <ul class="w3-ul w3-light-grey w3-hover-shadow">
    <li class="w3-red w3-padding-32">Experimental protocol for the kinematic analysis of the hand: Definition and repeatability.
</li>
    <li class="w3-padding-16"><b>Anno di pubblicazione </b> <p> 2005</p></li>
    <li class="w3-padding-16"><b>Obiettivi </b> <p> A quantitative and objective method based on the optoelectronic kinematic analysis of hand segments and on the calculation of global and partial parameters, which provide measures of the degree of long

```

finger and thumb extension is proposed for the evaluation of the hand's voluntary range of motion and maximal opening of the fingers and thumb.

```

    <br>
    <br>
  </p></li>
<li class="w3-grey w3-padding-24">
  <a class="w3-button w3-black w3-padding-large" href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15978812/">LEGGI</a>
</li>
</ul>
</div>
</div>
<p><br></p>
<p><br></p>
<p class="w3-center"><a href="http://www.thorsen.it/homepage/aboutme/publications.html" class="w3-center w3-button w3-red w3-padding-large w3-large w3-margin-top w3-opacity w3-hover-opacity-off">Scopri di piu'</a></p>
</div>

<!-- Contact Section -->
<div class="w3-container w3-dark-grey" style="padding:128px 16px" id="contact">
  <h3 class="w3-center">CONTATTI</h3>
  <p class="w3-center w3-large">Per qualsiasi informazione non esitare a contattarci. Inviaci un messaggio:</p>
  <div style="margin-top:48px">
    <p><i class="fa fa-map-marker fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"></i> Milano, IT</p>

```

```

<p><i class="fa fa-phone fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"></i> Phone: +39 3486463807</p>
<p><i class="fa fa-envelope fa-fw w3-xxlarge w3-margin-right"> </i> Email: filippo.cinotti96@mail.com</p>
<br>
<form action="/action_page.php" target="_blank">
  <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Nome" required name="Nome"></p>
  <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Email" required name="Email"></p>
  <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Oggetto" required name="Oggetto"></p>
  <p><input class="w3-input w3-border" type="text" placeholder="Messaggio" required name="Messaggio"></p>
  <p>
    <button class="w3-button w3-black" type="submit">
      <i class="fa fa-paper-plane"></i> INVIA MESSAGGIO
    </button>
  </p>
</form>
</div>
</div>
<!-- Image of location/map -->
<div class="w3-container w3-white" style="padding:40px 16px">
  <h3 class="w3-center">DOVE SIAMO</h3>
  <div class="google-maps" >
    <iframe
src="https://www.google.com/maps/embed?pb=!1m18!1m12!1m3!1d9248.597408981941!2d9.122248643896306!3d45.4710736194
4258!2m3!1f0!2f0!3f0!3m2!1i1024!2i768!4f13.1!3m3!1m2!1s0x4786c14d3a30d741%3A0x1ec4e675e5530c33!2sPolo%20Tecnolog

```

```
ico%2C%20IRCCS%20Don%20Carlo%20Gnocchi!5e0!3m2!1sit!2sit!4v1597235055346!5m2!1sit!2sit" frameborder="0" style="border:0" allowfullscreen></iframe>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
<!-- Footer -->
```

```
<footer class="w3-center w3-black w3-padding-64">
```

```
<a href="#home" class="w3-button w3-light-grey"><i class="fa fa-arrow-up w3-margin-right"></i>To the top</a>
```

```
<div class="w3-xlarge w3-section">
```

```
<i class="fa fa-facebook-official w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-instagram w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-snapchat w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-pinterest-p w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-twitter w3-hover-opacity"></i>
```

```
<i class="fa fa-linkedin w3-hover-opacity"></i>
```

```
</div>
```

```
<p>Powered by <a href="https://www.linkedin.com/in/filippo-cinotti-360413173/" title="Filippo Cinotti" target="_blank" class="w3-hover-text-green">Filippo Cinotti</a></p>
```

```
</footer>
```

```
<script>
```

```
// Modal Image Gallery
```

```
function onClick(element) {
```

```
    document.getElementById("img01").src = element.src;
```

```
    document.getElementById("modal01").style.display = "block";
```

```
var captionText = document.getElementById("caption");  
captionText.innerHTML = element.alt;  
}  
  
// Toggle between showing and hiding the sidebar when clicking the menu icon  
var mySidebar = document.getElementById("mySidebar");  
function w3_open() {  
  if (mySidebar.style.display === 'block') {  
    mySidebar.style.display = 'none';  
  } else {  
    mySidebar.style.display = 'block';  
  }  
}  
  
// Close the sidebar with the close button  
function w3_close() {  
  mySidebar.style.display = "none";  
}  
  
</script>  
</body>
```

## **E. LSB DEFINITION AND CALCULUS**



## LSB DEFINITION AND CALCULUS

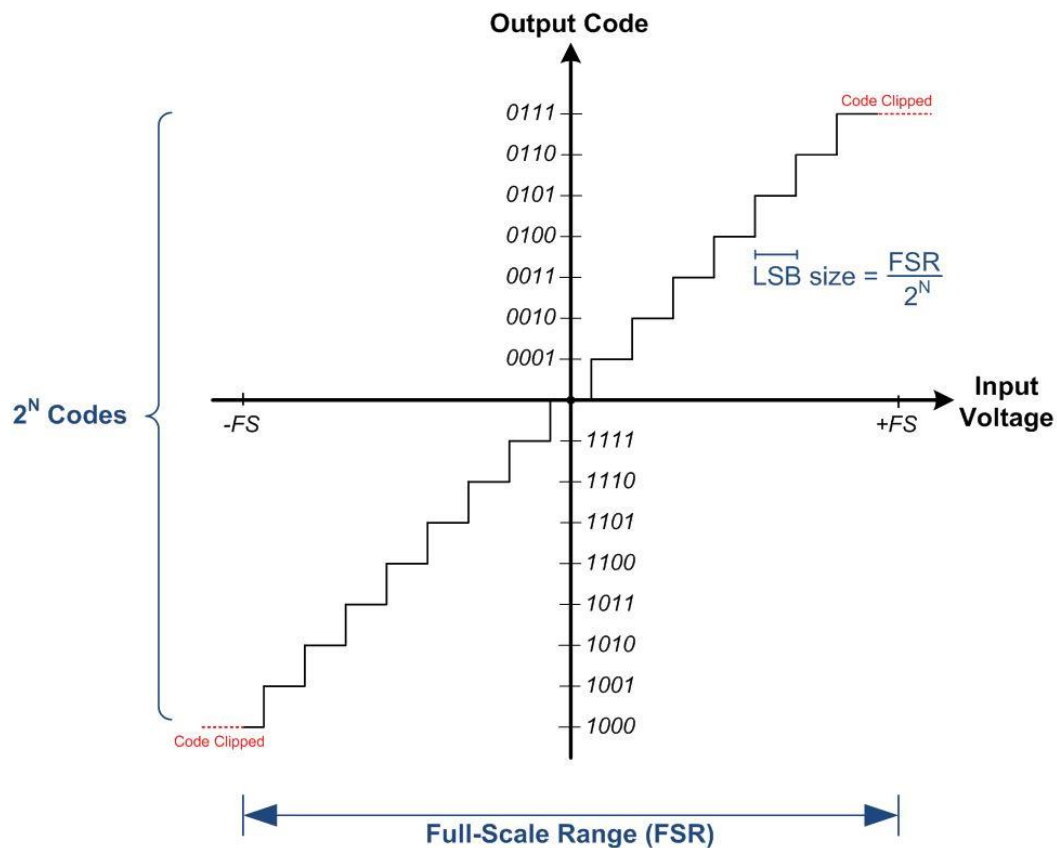


Figure 1: LSB definition - [(91)]

As well known in electronics, an analog to digital converter (ADC) is an electronic circuit capable of converting an analog signal with a continuous trend (for example a voltage) into a series of discrete values (92). The resolution of an Analog to Digital converter (ADC), indicating the number of discrete values it can produce, is defined by the Least Squared Bit (LSB).

This value, expressed in V, might be analytically determined as the ratio between the ADC conversion scale, called Full Scale Range (FSR), and the number of discretization levels defined by the number of bits available for the Analog to digital conversion. In particular, the number of discretization level might be defined as  $2^{n \text{ bit}}$ . Signal values on Arduino IDE are expressed in LSB.

Accordingly to this the ADC resolution can be measured as:

$$LSB = \frac{FSR}{2^n \text{ bit}}$$

Thus, considering that ELEGOO Board ADC has a FSR equal to 5V (0-5V) and a number of bit equal to 10, the LSB value can be determined as:

$$LSB = \frac{5 V}{2^{10}} = 4.88 mV$$

## **F. BLE COMMUNICATION**

## BLE COMMUNICATION IN HM-10 MODULE

BLE is all about services and characteristics and like all BLE devices, the HM-10 has a set of services and each service has a set of related characteristics. Characteristics are where the values are, some are READ, some are WRITE, and some are READ/WRITE.

All the services on the HM-10 are predefined except one, a custom service that has one custom characteristic. Predefined services and characteristics are ones where the UUID and the name are set by the Bluetooth governing body. For example, the characteristic 0x2A00 is the device name and when a device has this characteristic it should always be the device name.

The HM-10 uses the custom characteristic to send and receive the data it receives over the serial UART interface. It works by setting the value of the custom characteristic to the value of the data to be transmitted. It then sends out a notification to the remote device to say there is new data available.

As an example, when you tell the HM-10 to transmit “HELLO”, it first sets the value of the custom characteristic to “HELLO” and then it sends out a notification telling the remote device “Hey, I have new data, come and get it.” The remote device is scanning for the notifications and when it receives one it knows there is a new value, so it reads the data and then sends back a message saying “Thanks, I have it”.

*TABLE I: HM-10 SERVICES AND CHARACTERISTICS*

SERVICE 1	UUID: 00002A00-0000-1000-8000-00805F9B34FB
UUID: 00001800-0000-1000-8000-00805F9B34FB	DEVICE NAME
GENERIC ACCESS	READ
	UUID: 00002A01-0000-1000-8000-00805F9B34FB
	APPEARANCE
	READ
	UUID: 00002A02-0000-1000-8000-00805F9B34FB

	PERIPHERAL PRIVACY FLAG READ/WRITE
	UUID: 00002A04-0000-1000-8000- 00805F9B34FB PERIPHERAL PREFERRED CONNECTION PARAMETERS READ
	UUID: 00002A03-0000-1000-8000- 00805F9B34FB RECONNECTION ADDRESS READ/WRITE
SERVICE 2 UUID: 00001801-0000-1000-8000- 00805F9B34FB GENERIC ATTRIBUTE	UUID: 00002A05-0000-1000-8000- 00805F9B34FB SERVICE CHANGED INDICATE
SERVICE 3 UUID: 0000FFE0-0000-1000-8000- 00805F9B34FB CUSTOM SERVICE	UUID: 0000FFE1-0000-1000-8000- 00805F9B34FB CUSTOM CHARACTERISTIC READ/WRITE/NOTIFY

**G. E-GLOVE BOX**

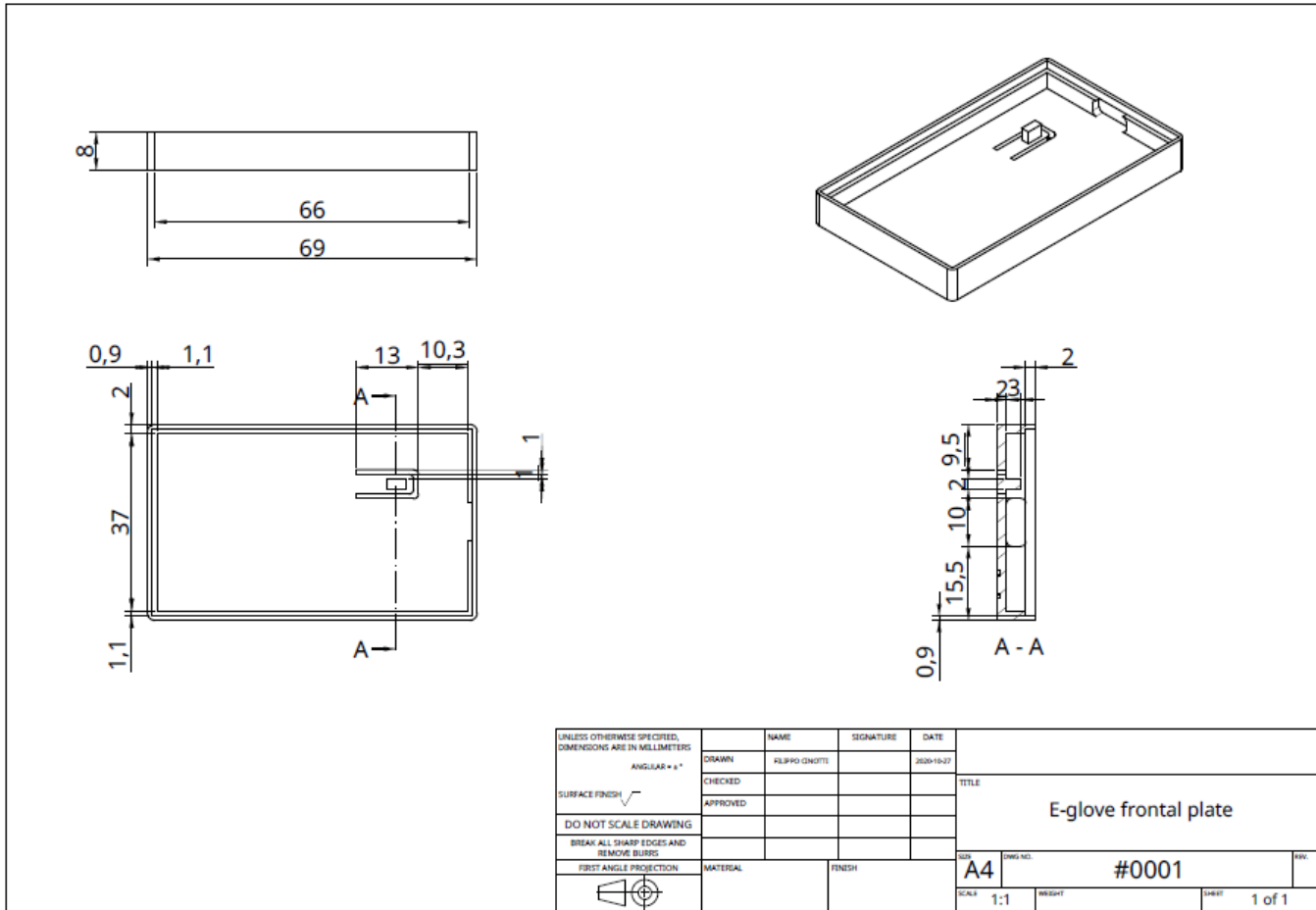


Figure 2: E-glove box frontal plate

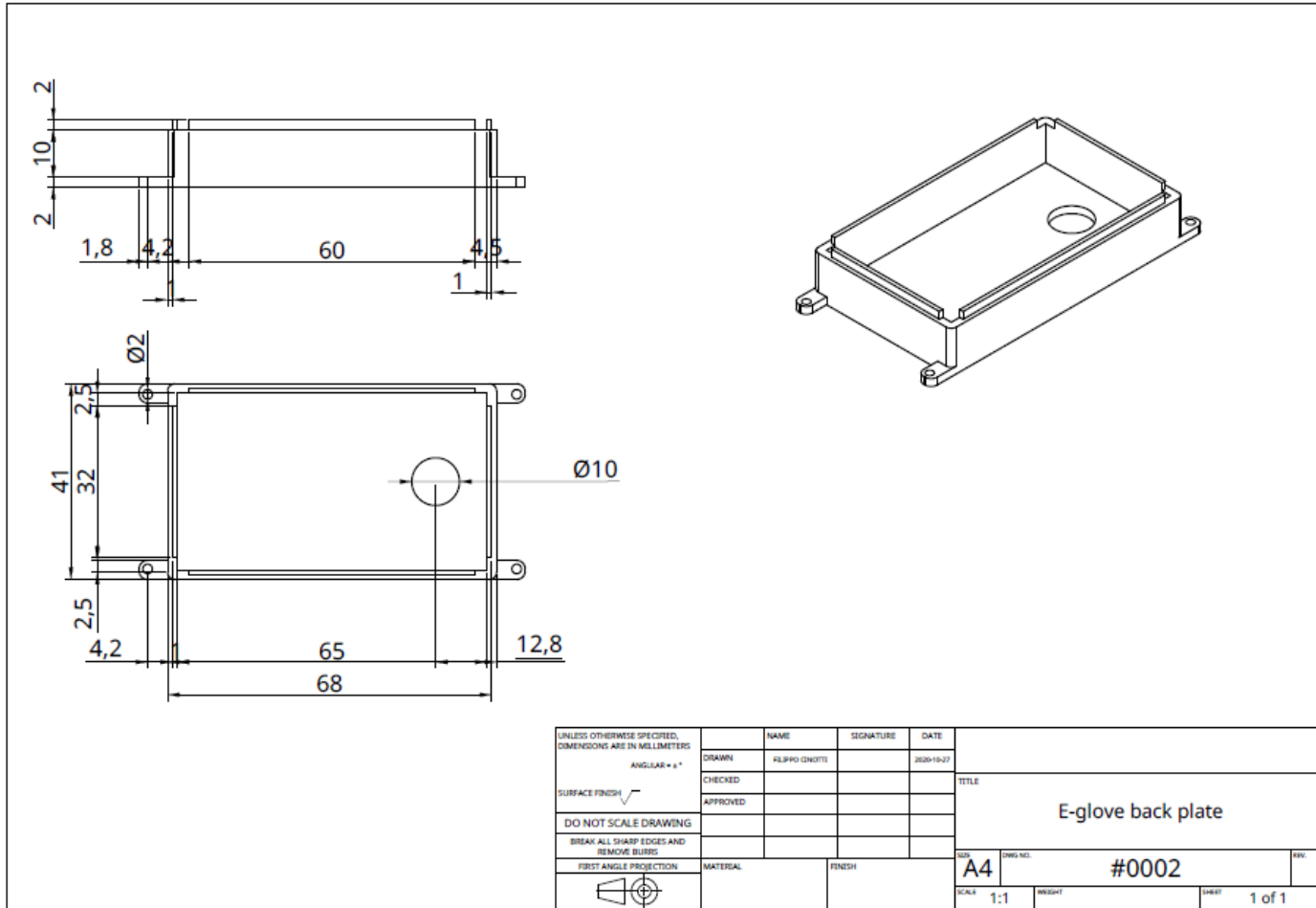


Figure 3: E-glove box back plate.



## **H. CLINICAL APPLICABILITY QUESTIONNAIRE**

## SECTION 1

### Presentazione E-glove

E-glove è un dispositivo indossabile di proprioccezione aumentata che nasce come soluzione wireless, smart e connessa dedicata alla riabilitazione della mano. I sensori di forza integrati nel dispositivo, il ridotto impatto sui movimenti naturali dell'arto e la possibilità di visualizzazione i dati raccolti tramite Bluetooth o Wifi fanno di E-glove un valido strumento per il monitoraggio del percorso riabilitativo del paziente aprendo la via ad una serie di interessanti applicazioni nel campo della valutazione funzionale e della riabilitazione motoria.

1=Per nulla .. 5= Molto soddisfatto

\*Campo obbligatorio

---

Categoria di appartenenza \*

Terapista

Medico

Ingegnere

Altro: \_\_\_\_\_

---

La presentazione ha suscitato in Lei interesse verso il dispositivo? \*

Sì

No

---

Sarebbe interessato a testare il dispositivo? \*

Sì

No

---

Quali sono gli aspetti che Le interessano maggiormente?

La tua risposta \_\_\_\_\_

---

Quali sono gli elementi che andrebbero ulteriormente migliorati?

La tua risposta \_\_\_\_\_

---

Giudizio complessivo sul dispositivo \*

Esprima un feedback generale sulle sensazioni suscitate dalla presentazione del dispositivo

1      2      3      4      5

Figure 4: Section 1 questionnaire.

## SECTION 2

**QUEST-Valutazione dell'ausilio**

Per ognuna delle 8 domande, valuta la tua soddisfazione dell'ausilio che hai osservato usando la seguente scala da 1 a 5.

Significato dei punteggi  
 1. Per niente soddisfatto  
 2. Non molto soddisfatto  
 3. Più o meno soddisfatto  
 4. Piuttosto soddisfatto  
 5. Molto soddisfatto

Dimensioni (altezza, lunghezza, larghezza, ecc...) dell'ausilio \*

1      2      3      4      5

Facilità di regolazione (montaggio, fissaggio ecc...) dell'ausilio \*

1      2      3      4      5

Stabilità e della sicurezza dell'ausilio \*

1      2      3      4      5

Durabilità (solidità, resistenza ecc...) dell'ausilio \*

1      2      3      4      5

Facilità d'uso dell'ausilio \*

1      2      3      4      5

Comodità (comfort) dell'ausilio \*

1      2      3      4      5

Efficacia del tuo ausilio (quanto risponde alle tue necessità) \*

1      2      3      4      5

Giudizio complessivo sulle funzionalità offerte dal dispositivo \*

Esprima un feedback generale sulle caratteristiche tecniche del dispositivo

1      2      3      4      5

*Figure 5: Section 2 questionnaire.*

## SECTION 3

Valutazione facoltativa del device	
<p>Esprima un feedback facoltativo su alcune delle caratteristiche tecniche del dispositivo. La sezione è facoltativa, ma le saremmo veramente grati se dedicasse qualche minuto del suo tempo alle seguenti domande.</p>	<p>Pensa che il dispositivo possa essere utile ai fini per i quali è stato progettato?</p> <p><input type="radio"/> Sì</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>Valutazione ausilio: Connettività</p> <p>1      2      3      4      5</p> <p><input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/></p>	<p>Se E-glove fosse attualmente disponibile, lo raccomanderebbe ad altri terapisti?</p> <p><input type="radio"/> Sì</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>Valutazione ausilio: Applicazioni web</p> <p>1      2      3      4      5</p> <p><input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/></p>	<p>In quali applicazioni di valutazione funzionale e riabilitazione motoria potrebbe essere utile?</p> <p>La tua risposta _____</p>
<p>Valutazione ausilio: Versatilità</p> <p>1      2      3      4      5</p> <p><input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/></p>	<p>Indicativamente per quanti pazienti potrebbe essere utilizzato?</p> <p>La tua risposta _____</p>
<p>Quanto importante è per Lei la possibilità di utilizzare un device wireless?</p> <p>1      2      3      4      5</p> <p><input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/></p>	<p>Quali funzionalità vorrebbe poter integrare all'interno di E-glove?</p> <p>La tua risposta _____</p>
<p>Quanto importante Lei pensa possa essere il ridotto ingombro nell'assicurare un maggiore comfort al paziente?</p> <p>1      2      3      4      5</p> <p><input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/></p>	<p>Quale funzione essenziale manca su E-glove?</p> <p>La tua risposta _____</p>
<p>Quanto importante è per Lei la possibilità di poter accedere ai dati da smartphone/tablet/laptop direttamente senza la necessità di scaricare app o programmi specifici?</p> <p>1      2      3      4      5</p> <p><input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/>   <input type="radio"/></p>	<p>Quale potrebbe essere, a Suo parere, il valore economico di un dispositivo come E-glove?</p> <p>La tua risposta _____</p>

Figure 6: Section 3 questionnaire.



