



POLITECNICO DI TORINO
Department of Mechanical and Aerospace
Engineering

**MASSACHUSETTS INSTITUTE
OF TECHNOLOGY**
Department of Mechanical Engineering



TEXTILE INNOVATION DAY
Biella, 19 dicembre 2016

Interfaccia uomo-macchina indossabile alimentata da energia biomeccanica

Giorgio De Pasquale

Sommario

ATTIVITA' PRESSO POLITECNICO – DIPARTIMENTO ING. MECCANICA E AEROSPAZIO

1. Prove accelerate di affidabilità e-textiles

2. Generazione di energia

Progetto GOLDFINGER

3. HMI con EH biomeccanico

Progettazione e fabbricazione

Test di validazione

Interfaccia software



**POLITECNICO
DI TORINO**



Interfaccia uomo-macchina indossabile alimentata da energia biomeccanica

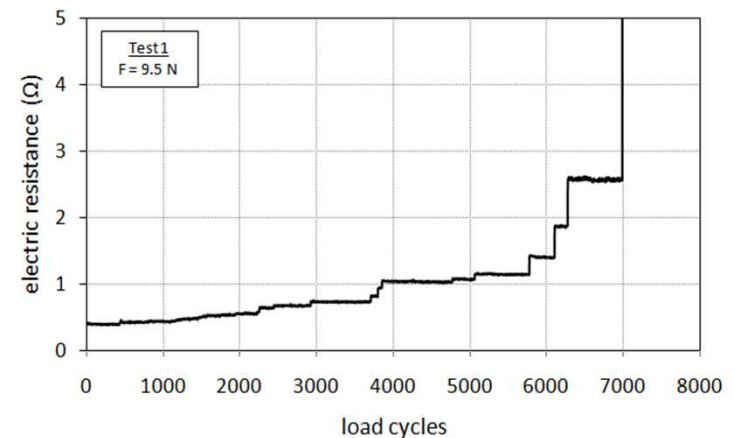
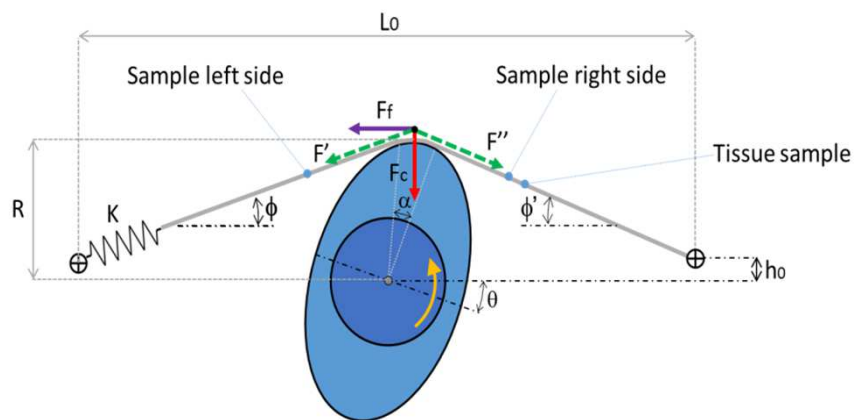
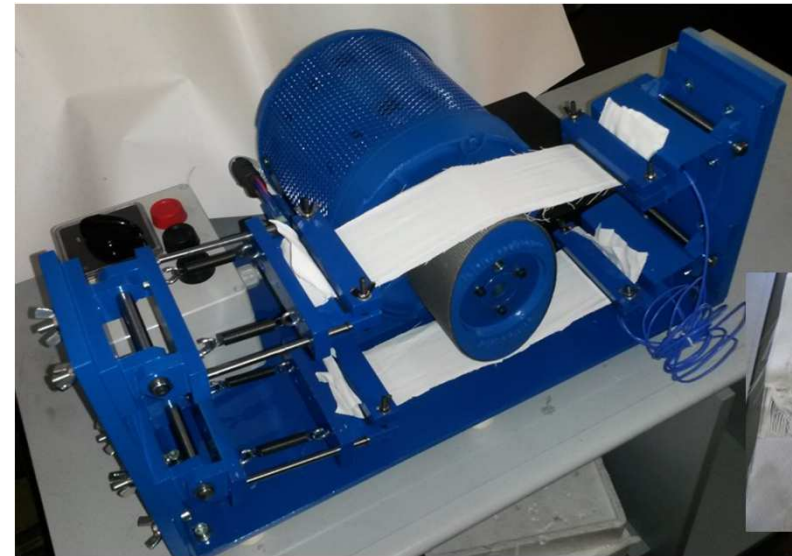
Politecnico di Torino – Massachusetts Institute of Technology

Giorgio De Pasquale

Prove accelerate affidabilità

Replicazione profili di carico / sollecitazione ciclica

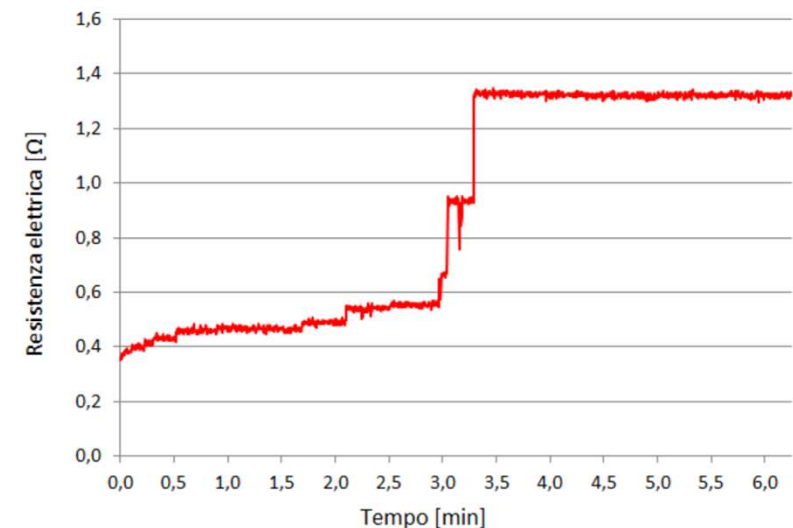
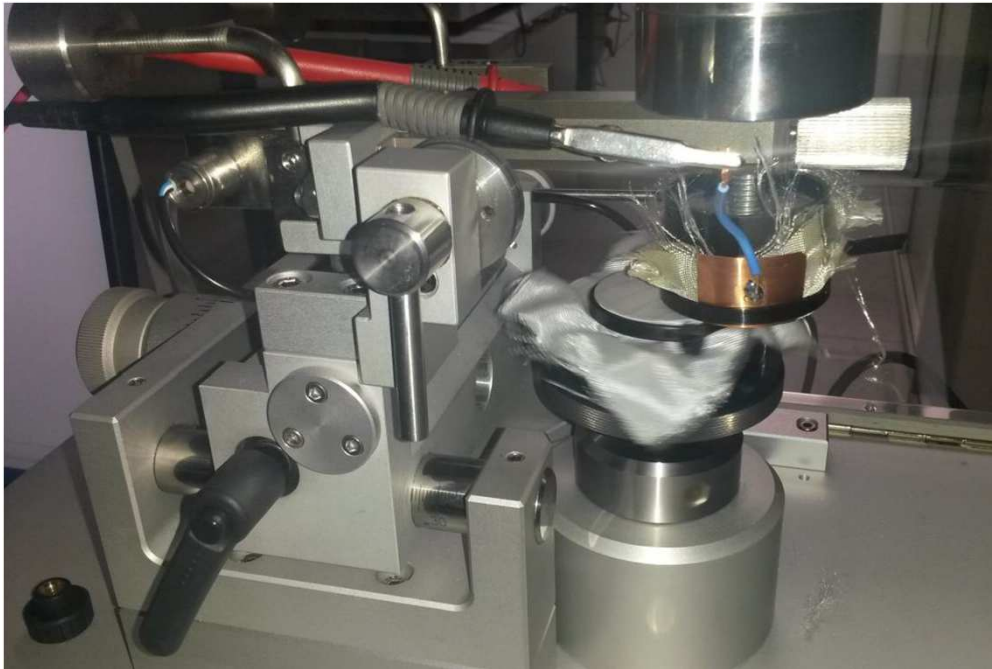
- Proprietà elettro-meccaniche e-textiles
- Controllo carico
- Vita utile / affidabilità
- Abrasione



Tribometri per prove usura

Prove di usura prolungate (tribometro)

- Proprietà elettro-meccaniche e-textiles
- Coefficienti attrito
- Prove con liquidi



Sommario

ATTIVITA' PRESSO POLITECNICO – DIPARTIMENTO ING. MECCANICA E AEROSPAZIO

1. Prove accelerate di affidabilità e-textiles

2. Generazione di energia

Progetto GOLDFINGER

3. HMI con EH biomeccanico

Progettazione e fabbricazione

Test di validazione

Interfaccia software



**POLITECNICO
DI TORINO**



Interfaccia uomo-macchina indossabile alimentata da energia biomeccanica

Politecnico di Torino – Massachusetts Institute of Technology

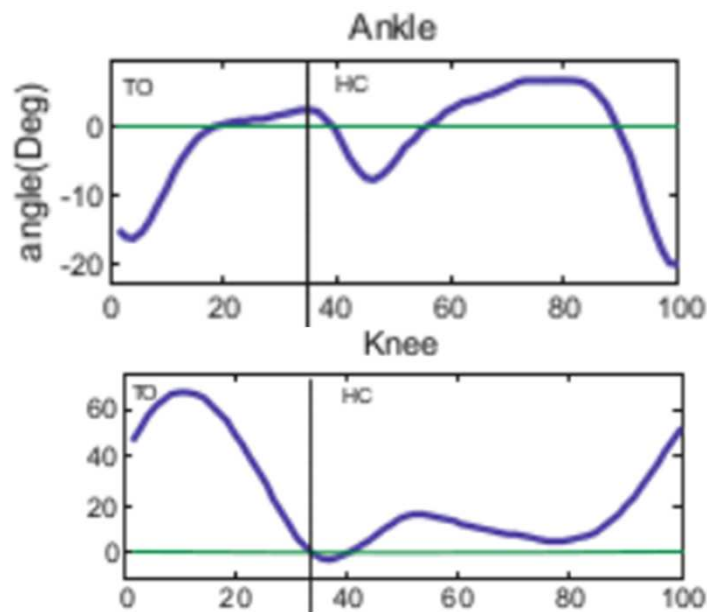
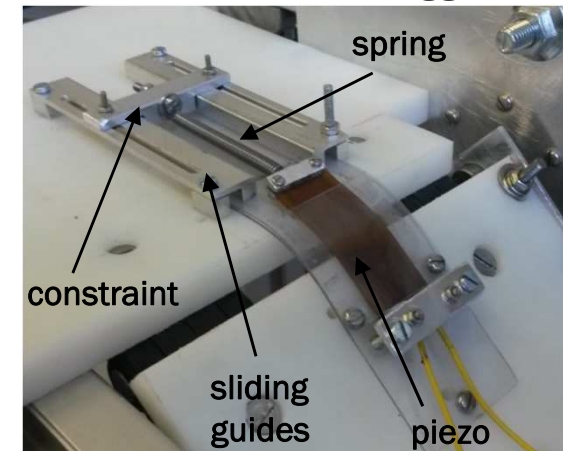
Giorgio De Pasquale

Articolazioni artificiali

Ricostruzione profili cinematici di articolazioni

- Controllo posizione (135 deg max)
- Controllo velocità (90 deg/s max)
- Motore DC (Maxon 118778)
- Microcontrollore (ATmega328)
- Encoder $\Rightarrow$ segnale di feedback

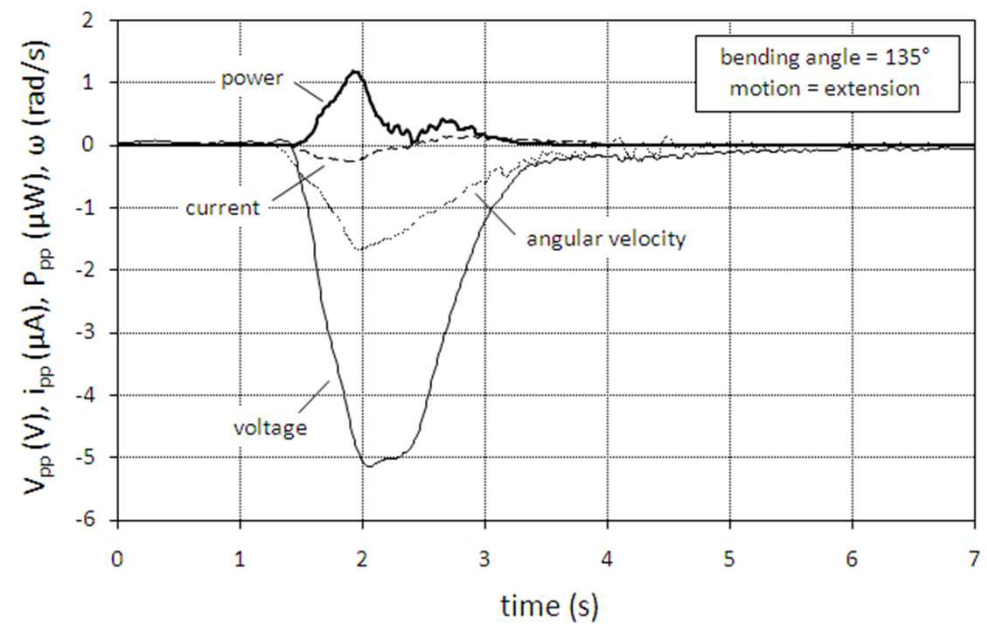
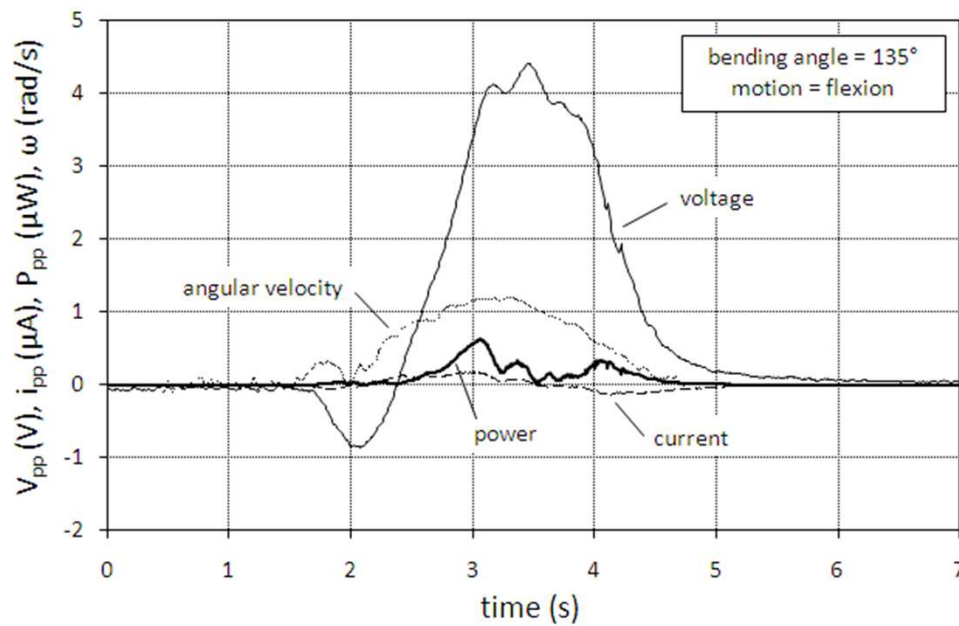
Sistema di ancoraggio



Articolazioni artificiali

Flessione / Estensione

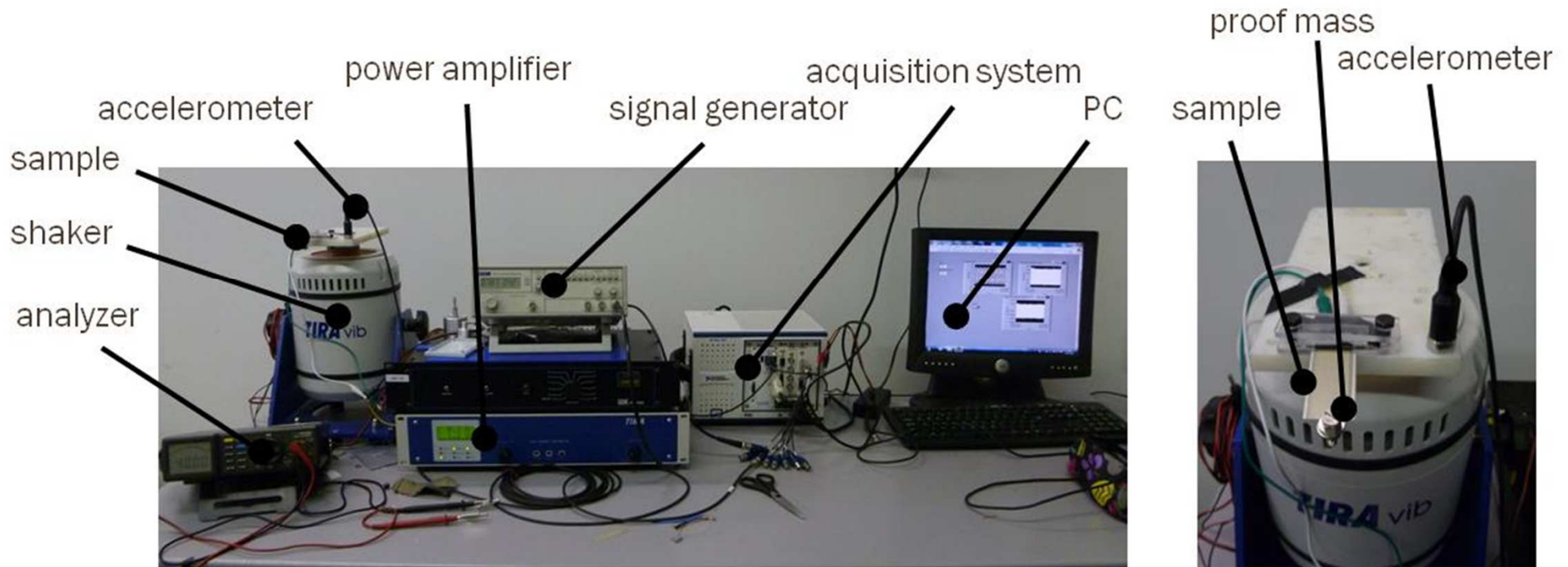
- Ampiezza = 135°



Banchi prova dinamici

Caratterizzazione dinamica materiali

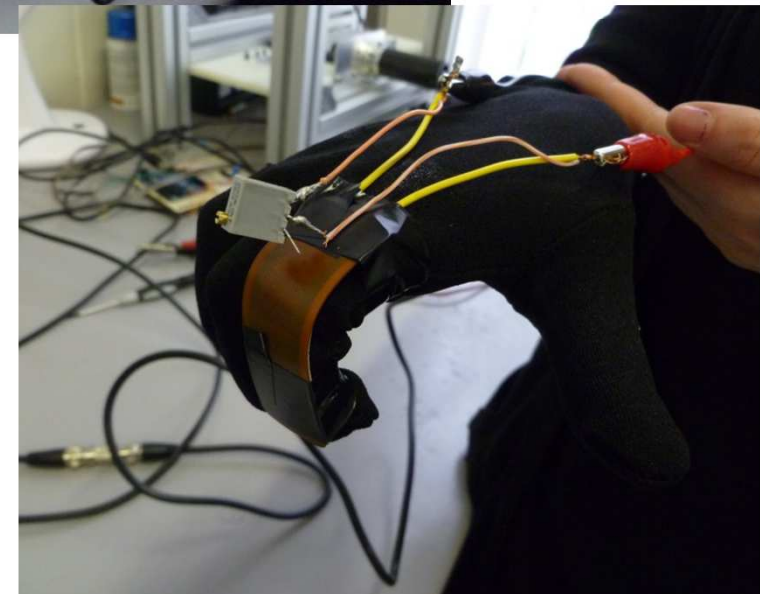
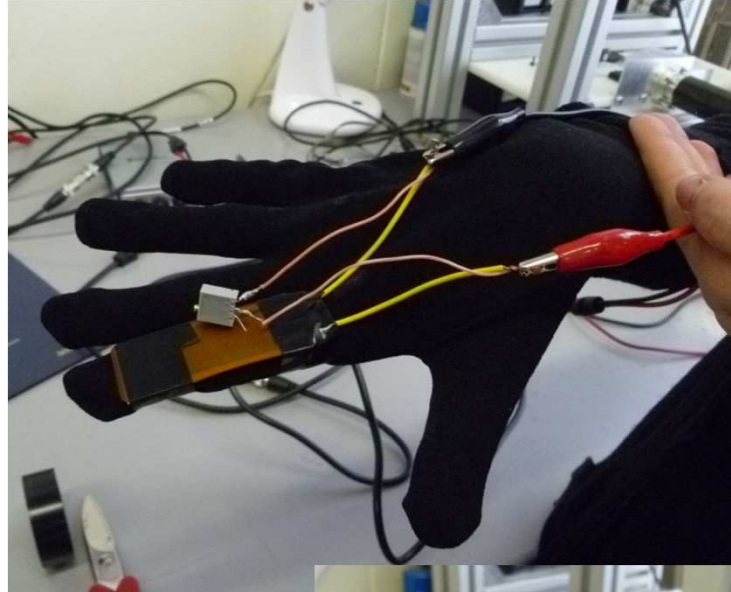
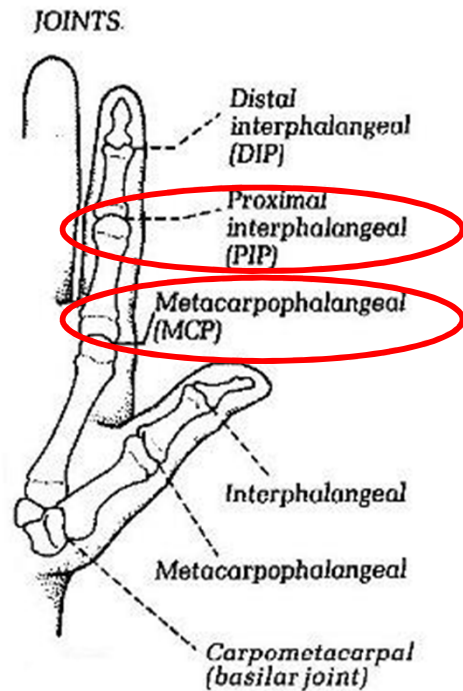
- Generazione energia biomeccanica



Test su corpo umano

Energia biomeccanica della mano

- Proximal Inter-Phalangeal Joint (PIP)
- Metacarpo-Phalangeal Joint (MIP)



Sommario

ATTIVITA' PRESSO POLITECNICO – DIPARTIMENTO ING. MECCANICA E AEROSPAZIO

1. Prove accelerate di affidabilità e-textiles
2. Generazione di energia

Progetto GOLDFINGER

3. HMI con EH biomeccanico

Progettazione e fabbricazione

Test di validazione

Interfaccia software



**POLITECNICO
DI TORINO**



Interfaccia uomo-macchina indossabile alimentata da energia biomeccanica

Politecnico di Torino – Massachusetts Institute of Technology

Giorgio De Pasquale

Interfaccia uomo-macchina alimentata da energia biomeccanica



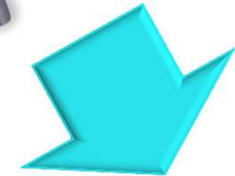
uomo



interfaccia



lettore
ottico



processing via software



macchina

Specifiche richieste alla nuova HMI

Auto-alimentazione

- Piezo EH biomeccanico

Wireless

- Comunicazione ottica
- No cavi

GoldFinger



Forte integrazione

- Di componenti/elettronica
- Di cavi nel tessuto
- Packaging

Comfort elevato

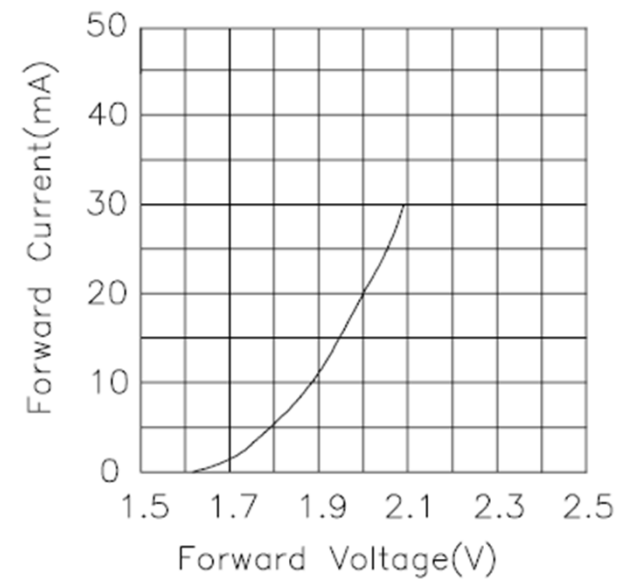
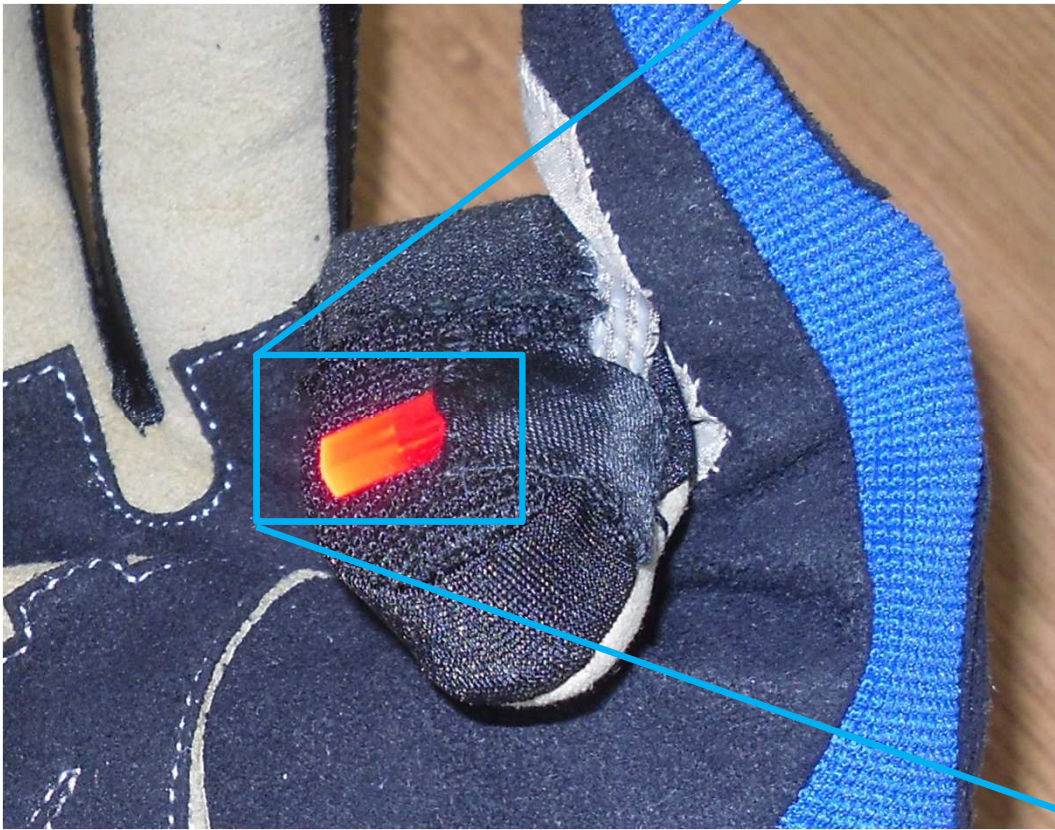
- Bassa resistenza a flessione
- Packaging compatto

Porta ottica

- LED a luce rossa
- Alta efficienza

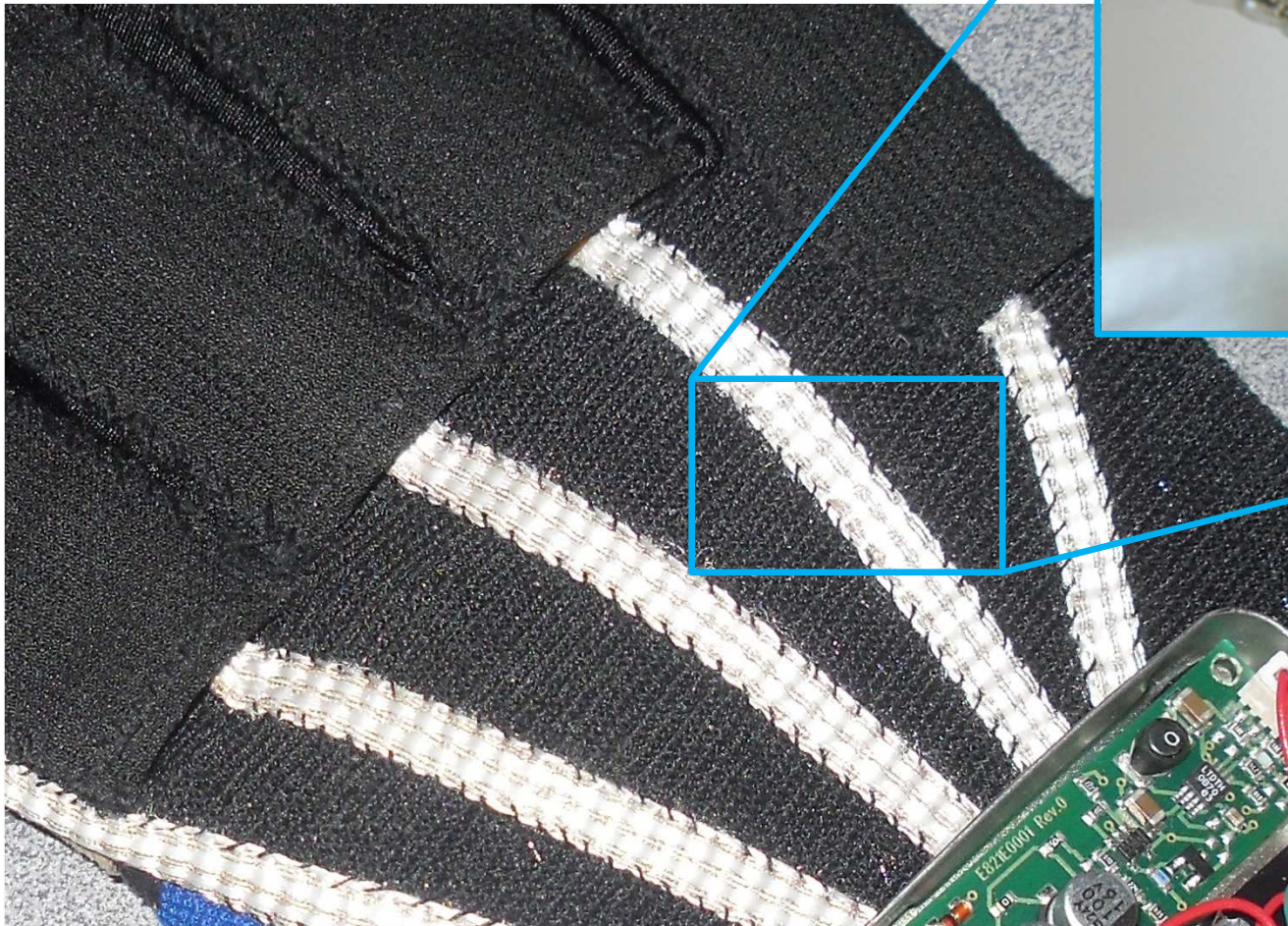
LED rosso ad alta efficienza

- Taglia: $9.6 \times 5 \times 2.5 \text{ mm}^3$
- Tensione di forward = 1.7 V
- Corrente di forward = 2.5 mA
- Lunghezza d'onda = 627 nm
- Capacità = 15 pF



Connessioni elettriche

- Filamenti conduttivi integrati nel tessuto in fase di tessitura

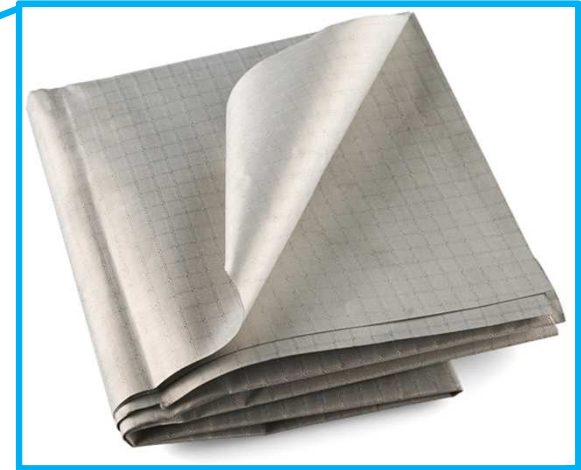


Fili conduttivi integrati

- Resistenza elettrica: $0.3 \Omega/\text{m}$
- Valore aggiunto estetico
- Elevata deformabilità

Controllo porta ottica

- Interruttore elettrico integrato nel tessuto
- Tessuto conduttivo in nylon metallizzato



Tessuto nylon metallizzato

- Nylon rivestito con Sn/Cu/Ag
- Resistenza superf. $< 0.02 \Omega$
- Spessore: 0.1 mm
- Massa specifica: 77 g/m^2
- Applicazione: schermatura RF

Controllo porta ottica

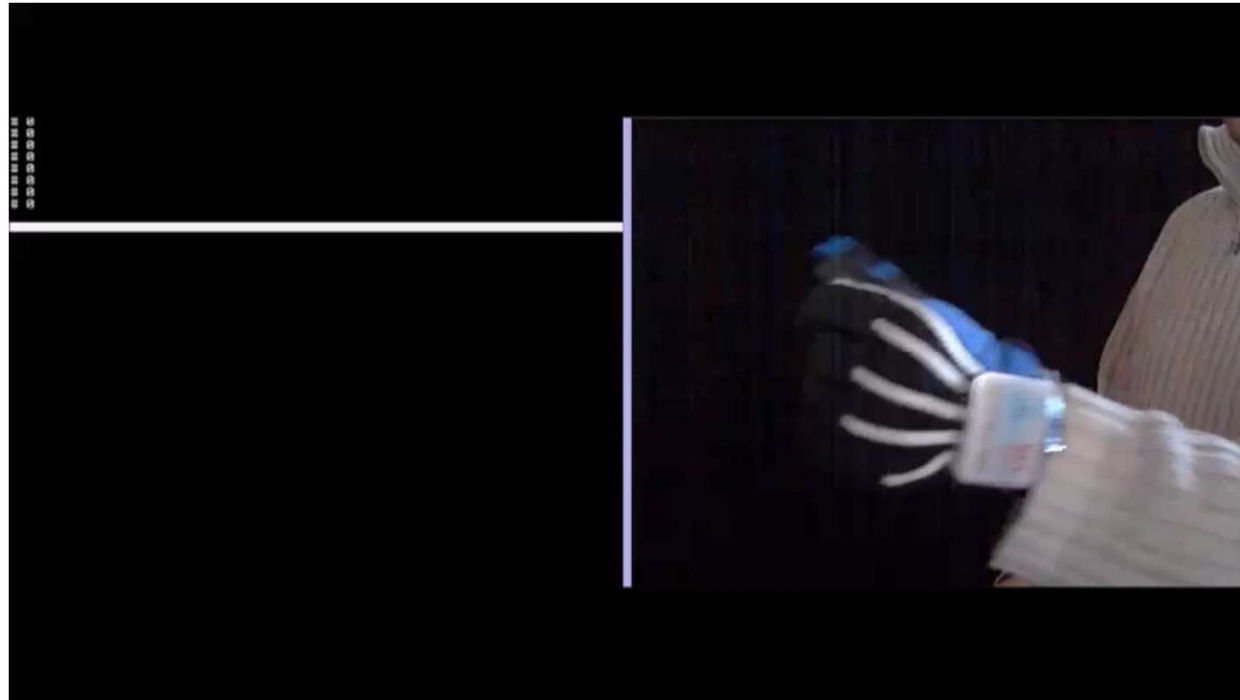
- Strategia di switching



Posizione OFF

Posizione ON

Comunicazione: software di tracciamento ottico



```
point position x = 139.000000, y = 217.000000, radius = 10.770329 # 1
point position x = 121.000000, y = 213.000000, radius = 11.401754 # 1
point position x = 89.000000, y = 213.000000, radius = 8.246211 # 1
point position x = 77.000000, y = 207.000000, radius = 13.601471 # 1
point position x = 77.000000, y = 205.000000, radius = 6.324555 # 1
point position x = 93.000000, y = 213.000000, radius = 6.708204 # 1
```

Possibili calibrazioni:

- colore (RGB)
- contrasto ambientale

x-coord.

y-coord.

raggio $\propto$ intensità
luce rossa rilevata

numero di spot a
luce rossa rilevati

Esempio applicativo con step motor

Esempio di comando gestuale implementato su step motor:

- Gesto 1 (movimento orizzontale): $\pm 30^\circ$ rotation
- Gesto 2 (movimento verticale): $\pm 180^\circ$ rotation



Ringraziamenti



Department of Mechanics
Massachusetts Institute of Technology (Boston, MA)

- Boston Globe

The Boston Globe

- RAI Scienze



- Salone del Libro di Torino 2016



Riferimenti

Prof. Giorgio De Pasquale

Politecnico di Torino

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale (DIMEAS)

Corso Duca degli Abruzzi 24 – 10129 Torino

Tel. 011.090.6912

E-mail: giorgio.depasquale@polito.it



<https://www.facebook.com/Goldfingerglove/>