



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA



## STRATEGIC COMMUNITY “ADVANCED POLYMERS” *Come la plastica può diventare «smart»*

Università degli Studi di Brescia

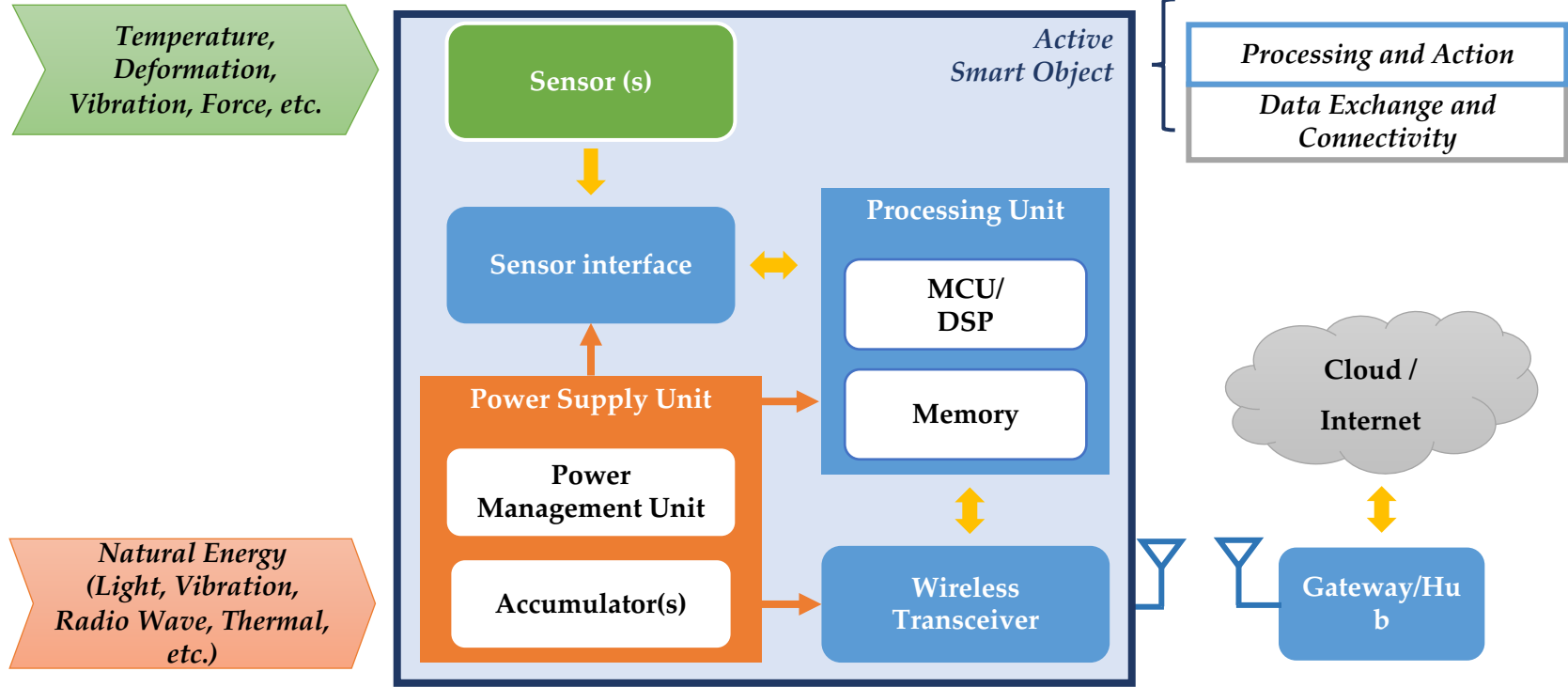
E. Cantù, E. Sardini

10/02/2022

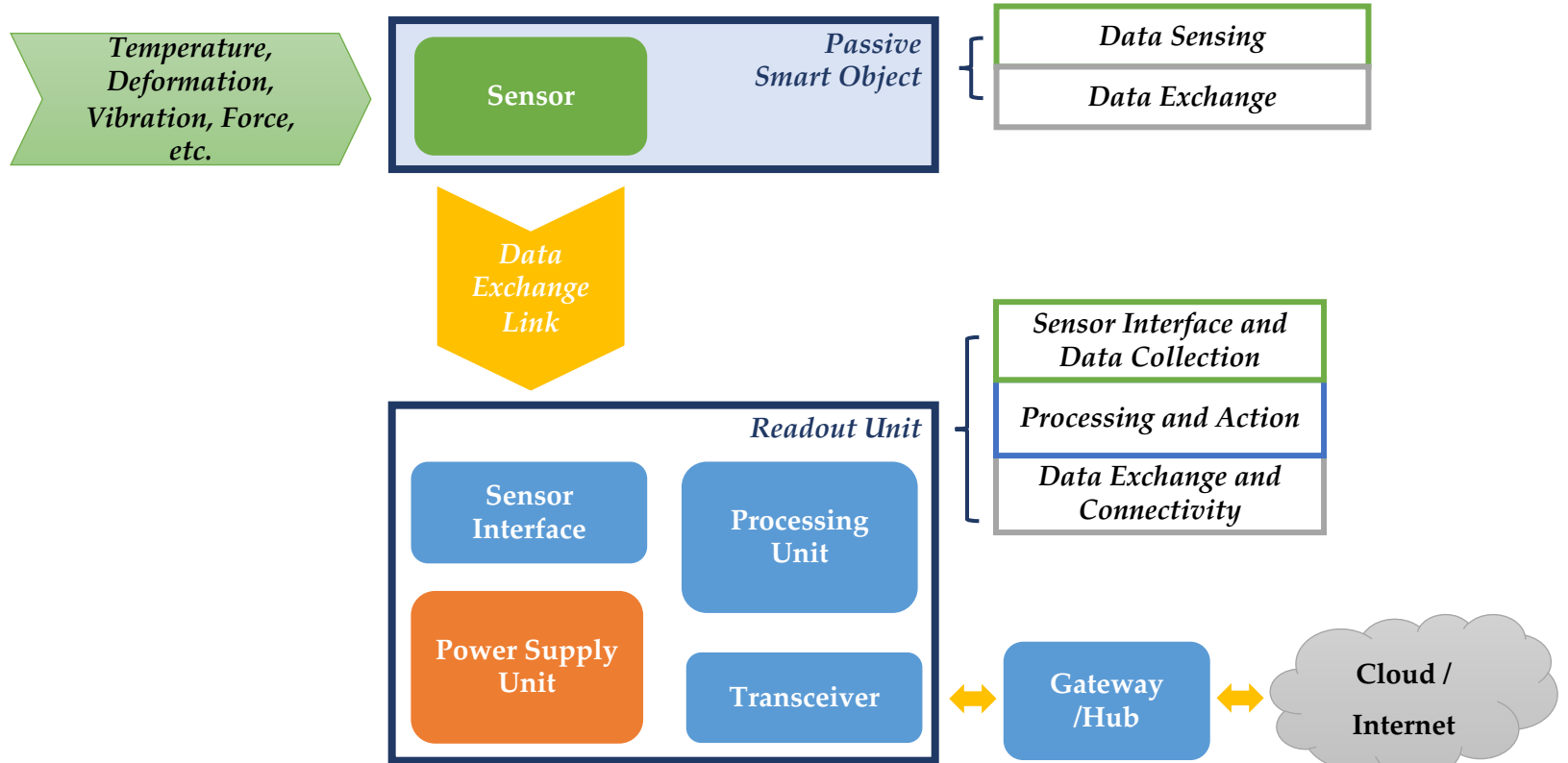
## Contesto

- Le tecnologie digitali stanno trasformando i processi produttivi e i prodotti creando valore aggiunto tramite le potenzialità offerte dalle tecnologie abilitanti (Internet of Things (IoT), Big Data, Cloud Computing...)
- Le tecnologie abilitanti utilizzano dati per lo più generati da sensori i quali acquisiscono i valori delle grandezze di interesse per vari scopi
- L'additive manufacturing permette, mediante il deposito di materiali specifici e lo sfruttamento di tecniche di natura elettronica, la funzionalizzazione dei prodotti o più in generale degli oggetti aggiungendo quindi funzionalità tipica dei sensori agli oggetti stessi.
- Un oggetto funzionalizzato diventa uno "Smart Object", alle funzioni originarie si aggiunge «l'intelligenza»

# Smart Objects Attivi



# Smart Objects Passivi



# Possibili applicazione della “Plastica Intelligente”

- Monitoraggio dello stato dell’oggetto.
  - Per esempio lo stato di deformazione (per esempio una struttura portante) di un oggetto realizzato con materiale composito (o altro materiale) può essere misurato funzionalizzando l’oggetto stesso e trasmettendo tale informazione ad un’unità di lettura esterna.
- Misura di parametri d’interesse dell’ambiente nel quale l’oggetto si trova:
  - Per esempio contenitore plastico per alimenti che misura lo stato di conservazione del cibo che lo stesso contenitore contiene.
- Queste misure abilitano servizi o funzioni quali
  - manutenzione predittiva;
  - Internet of things: collaborazione tra oggetti;
  - Servizi aggiuntivi quali per esempio assistenza al Cliente da remoto.

# Expertise & Capabilities

## Expertise:

- Study, design, development and testing of printed sensors and electronics
- Printed sensors on different support such as plastics, paper and metal
- Development of microstructure (microfluidic)

## Capabilities:

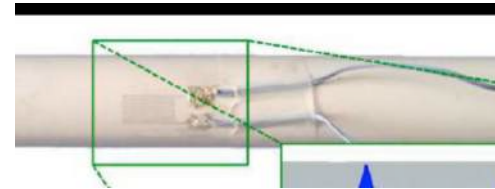
- Laboratory for R&D and testing
- Measuring Instrumentation
- Sensors and electronics characterization

## Printing Technologies:

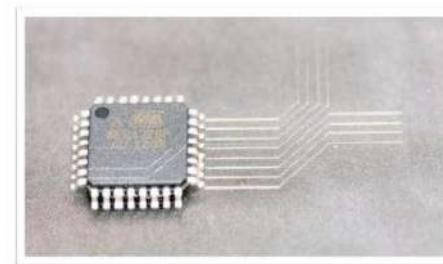
- Aerosol Jet Printer
- Photonic Curing system
- Piezo Jet
- Nano Jet



*Printed circuit on plastic*



*3D Strain gauge on a plastic tube*



*Interconnects linked with IC chip pins*



*Strain sensor array printed with silver ink*



*Temperature sensor printed with carbon nanotubes*

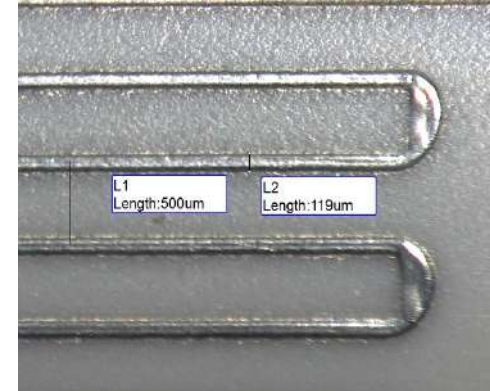
# Aerosol Jet Printing



## E' il primo sistema in Italia

### Caratteristiche

- Processo additivo maskless e digitale
- Larghezza di traccia: da 10  $\mu\text{m}$  a circa 3 mm
- Spessore dello strato depositato: da 100 nm ai  $\mu\text{m}$
- Viscosità: 1 – 1000 cP (dielettrici, polimeri, conduttori, CNT, adesivi, e materiale biologico)
- Deposizione a temperatura controllata
- Diametro delle gocce: 1-5  $\mu\text{m}$
- Massima distanza dal substrato: 5 mm  $\rightarrow$  stampare su superfici irregolari, 3D, angoli o trincee



# Neotech

## Caratteristiche

- Sistema 5 assi
- Print Speed: 100 mm/s max.
- Motion Range: 400-300-140mm (X-Y-Z).
- X, Y and Z – Axes Repeatability: +/-10µm.
- A & B Axis position accuracy – Deviation 0 1' 20"
- A & B Axis repeatability – Deviation 0 0'6"
- Teste modulari intercambiabili



- Piezo Jet
- Nano Jet
- Vipro Head
- Plasma
- Confocale
- Microscopio
- Ultrasonic Spray
- FDM
- SMDs
- CNC



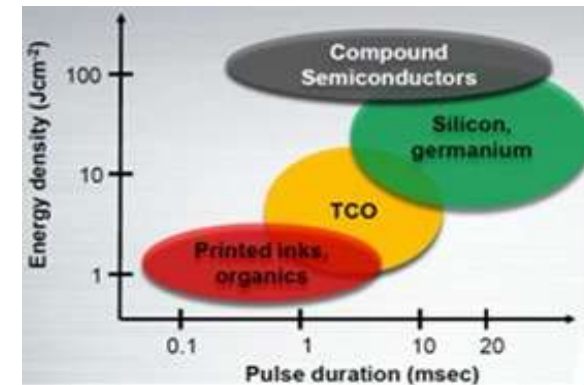
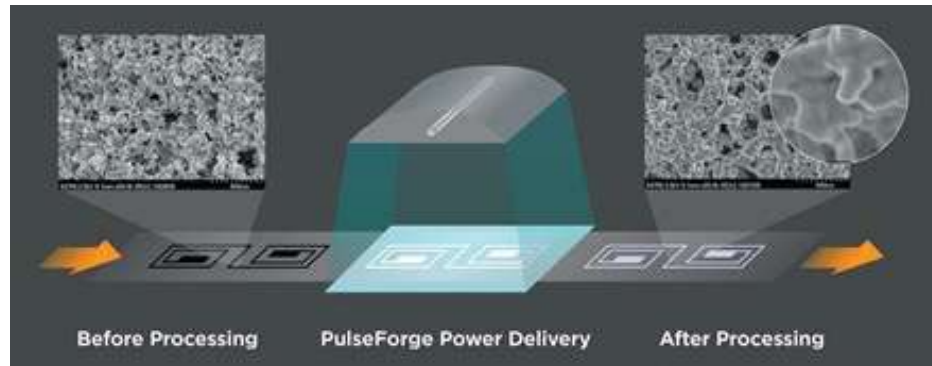


# Flash Lamp Annealing



## Caratteristiche

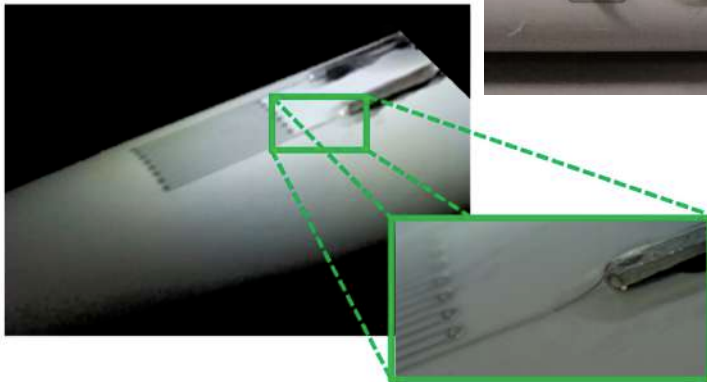
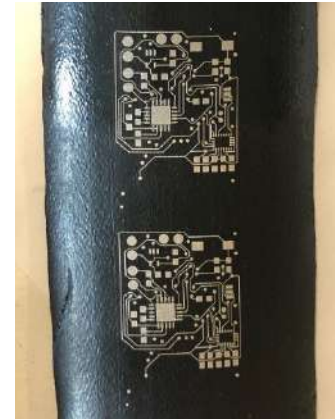
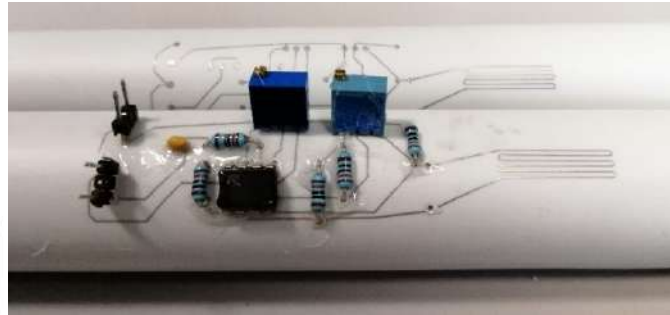
- Trattamento termico fotonico
- Lunghezza d'onda emessa: 200-1500 nm
- Pochi layer di materiale interessati → trattamento termico adatto a polimeri, tessuti, carta...
- Processo veloce (millisecondi)
- Evito trattamenti indesiderati tipici dei processi convezionali (ossidazione, diffusione...)



# Electronica Stampata e Polimeri



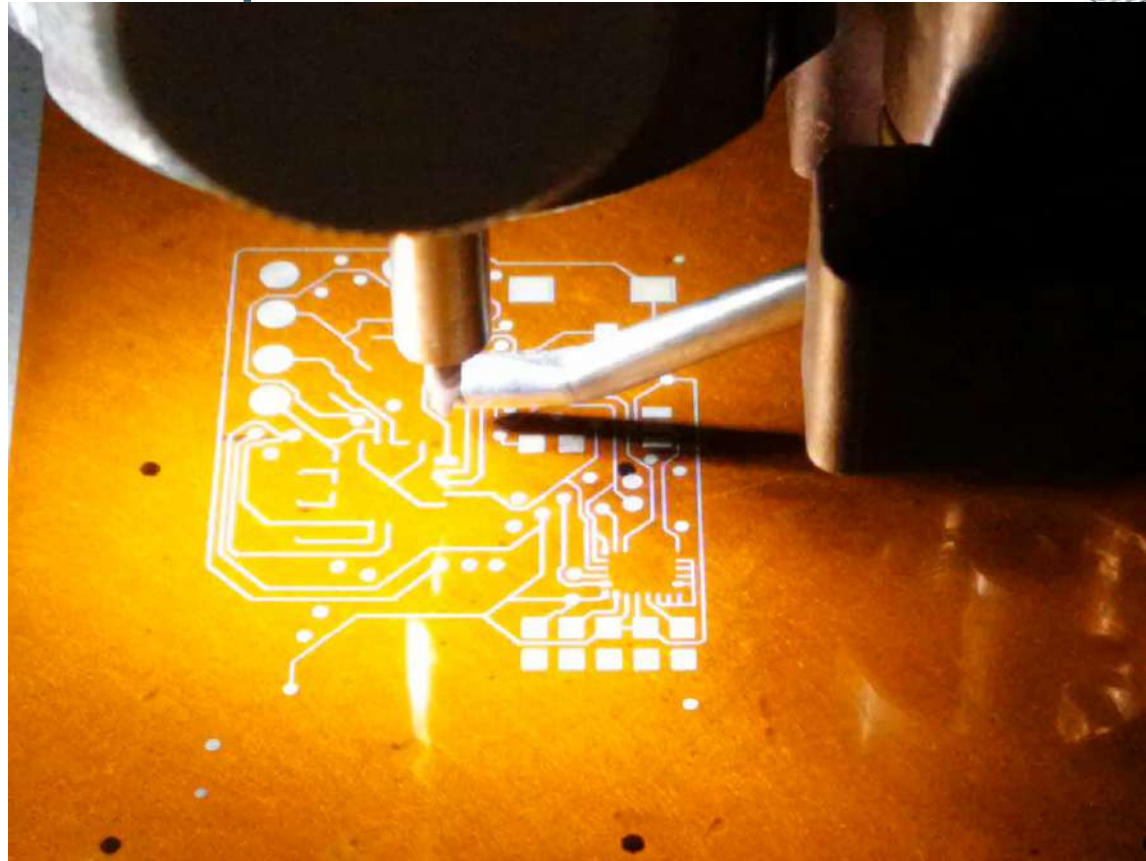
- Integrazione di elettronica e sensori in oggetti di uso quotidiano
- Circuiti, connessioni, pads, antenne su substrati flessibili e/o 3D
- Possibilità di stampa su substrati non convenzionali



# Elettronica Stampata e Polimeri



# Elettronica Stampata e Polimeri



# Elettronica Stampata e Polimeri

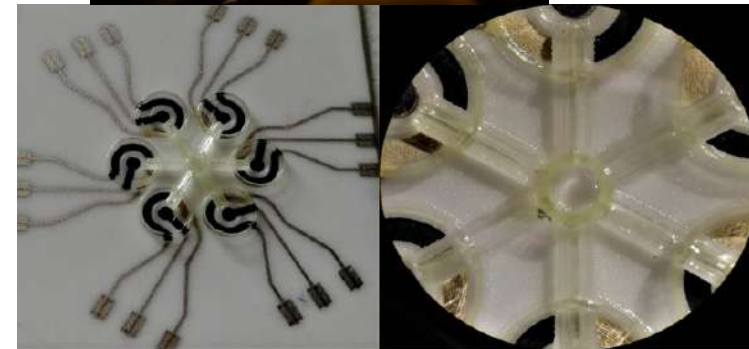
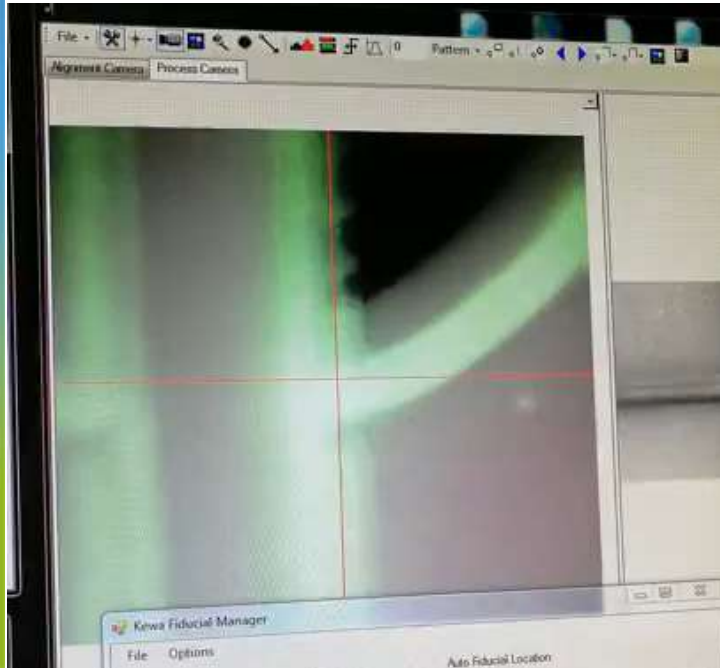




# Fotopolimeri: Microcanali e Microstrutture



- Geometria ottimizzata per la riduzione delle perdite ohmiche
- Ridotto volume di campione analizzato in sei sensori contemporaneamente
- Diminuzione delle problematiche dovute alla manualità dell'operatore



# Sensore di deformazione per smart objects



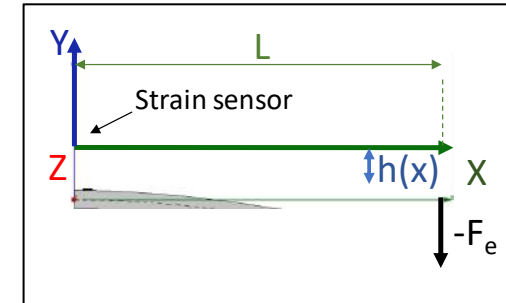
## Tubo in PVC

Lunghezza: 386 mm

Diametro interno ( $d_{in}$ ): 16 mm

Diametro esterno ( $d_{out}$ ): 20 mm

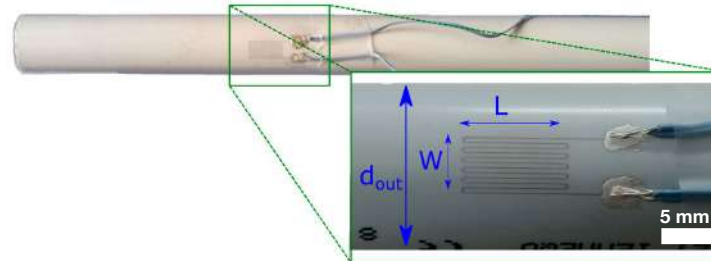
## Braccio di un robot in plastica



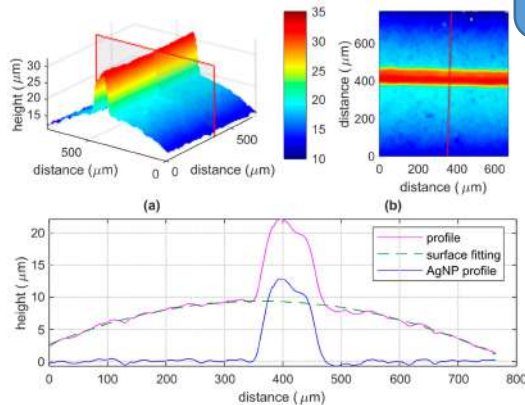
Aerosol Jet  
printing



Photonic  
Curing

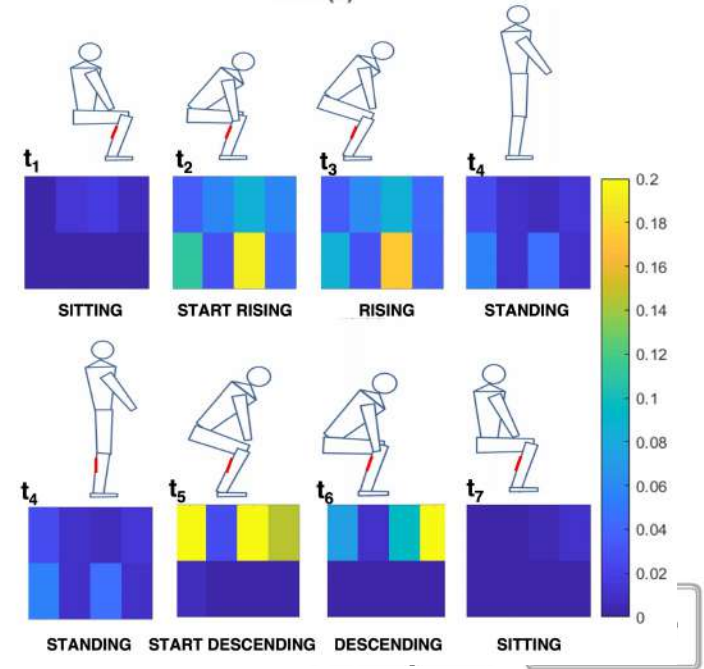
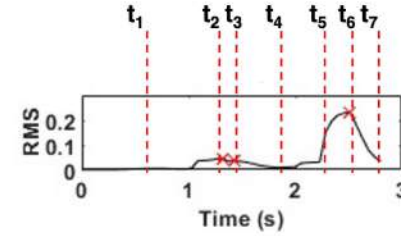
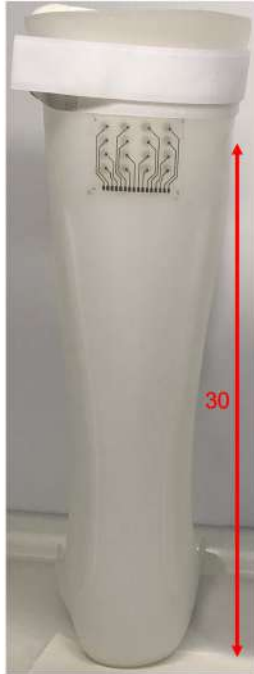
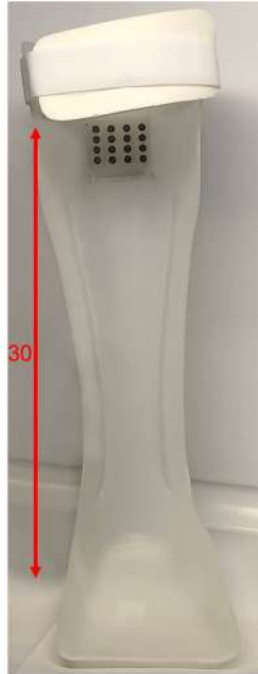


Sensore di  
deformazione a base  
di nanoparticelle di  
argento



$L = 10 \text{ mm}$   
 $W = 5.5 \text{ mm}$

# Ortesi con elettrodi per EMG ed elettronica custom







UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BRESCIA



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Contatti:

Ing. E. Cantù, Prof. E. Sardini

[edoardo.cantu@unibs.it](mailto:edoardo.cantu@unibs.it), [emilio.sardini@unibs.it](mailto:emilio.sardini@unibs.it)