

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAr)

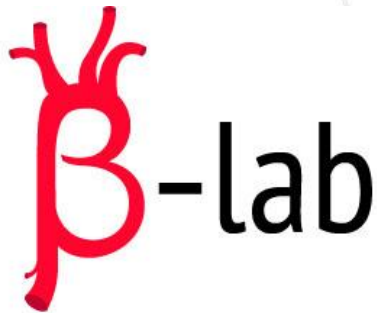
Corso di laurea in Ingegneria Biomedica

Allestimento di un sistema di acquisizione per un simulatore circolatorio

Candidato : Emilia Latella

Relatore : Dr. Michele Conti

Correlatore : Ing. Stefania Marconi

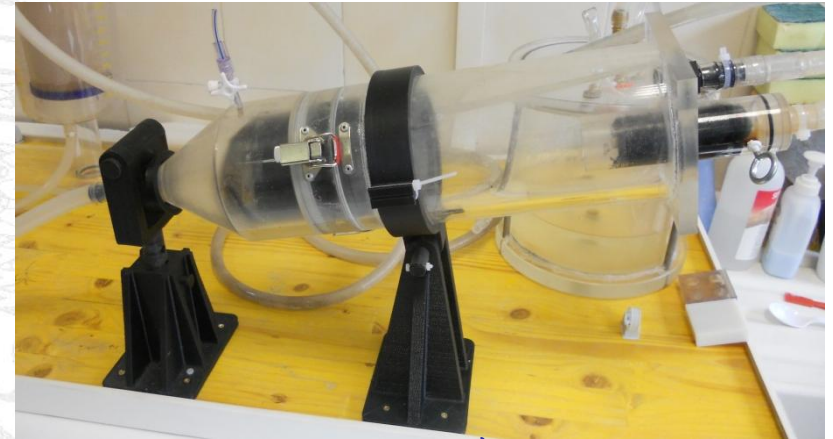


27 Aprile 2015

Sommario

- **Sistema pompante pulsatile volumetrico**
- **Misurazione delle curve di pressione nei vari punti del circuito**
- **Sistema di acquisizione :**
 - Sensori di pressione e calibrazione dei trasduttori
 - Scheda di acquisizione
 - Labview
- **Risultati: esempi di applicazione**
- **Conclusioni**

Sistema pompante pulsatile volumetrico



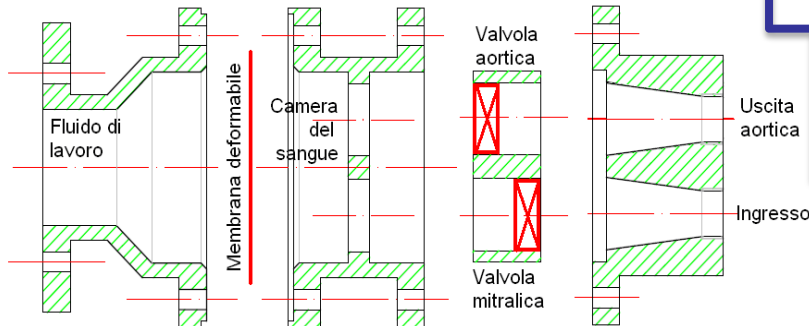
Componente da testare

Banco RCR della circolazione sistemica

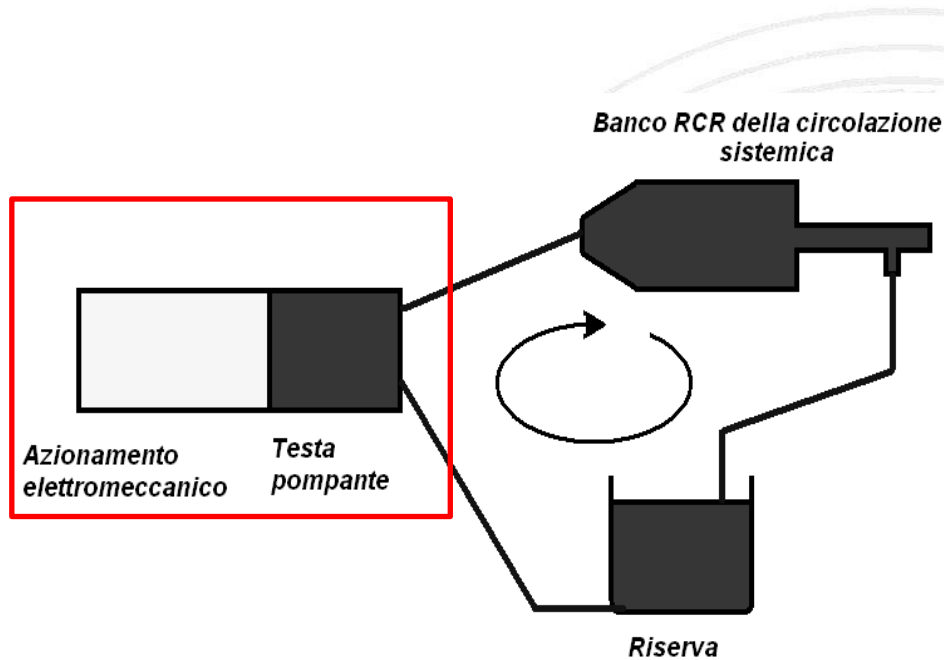
Azionamento elettromeccanico

Testa pompante

Riserva



Caratteristiche del sistema



- Forma d'onda di portata imposta dalla pompa
Espressione analitica di Swanson e Clark

$$Q_m = \begin{cases} Q_a \cdot \left[0,924 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T_s} t\right) + 0,23 \cdot \sin\left(2\frac{\pi}{T_s} t\right) + 0,092 \cdot \sin\left(3\frac{\pi}{T_s} t\right) \right] & 0 < t < T_s \\ 0 & T_s < t < T_c \end{cases}$$

t = tempo espresso in secondi a partire da inizio sistole;

T_c = durata del ciclo cardiaco;

T_s = durata della sistole;

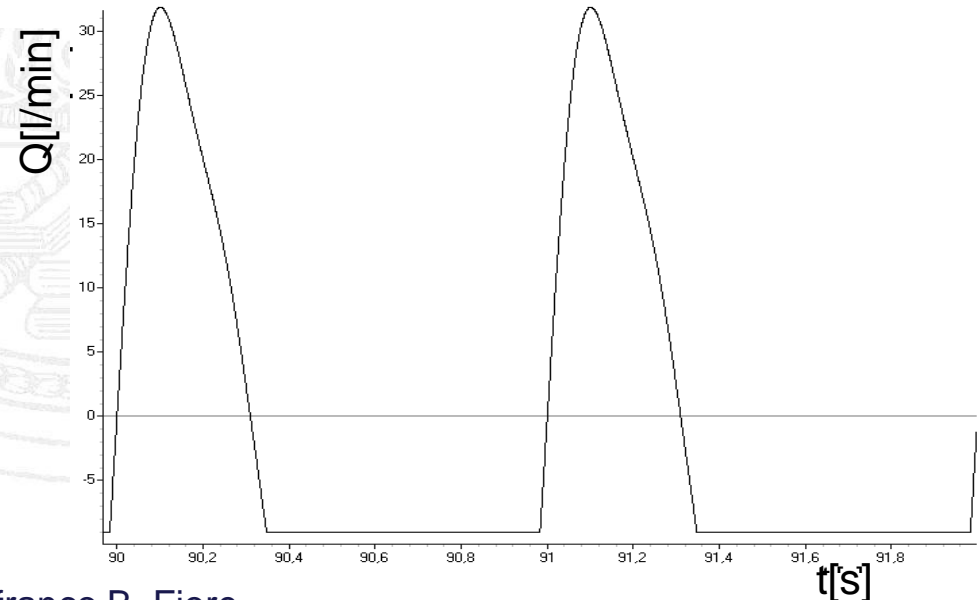
Q_a = portata nel picco sistolico.

Parametri della pompa

- Velocità → Frequenza
- Stretch → Portata media

“A New Pulsatile Volumetric Device With Biomorphic Valves for the In Vitro Study of the Cardiovascular System”.

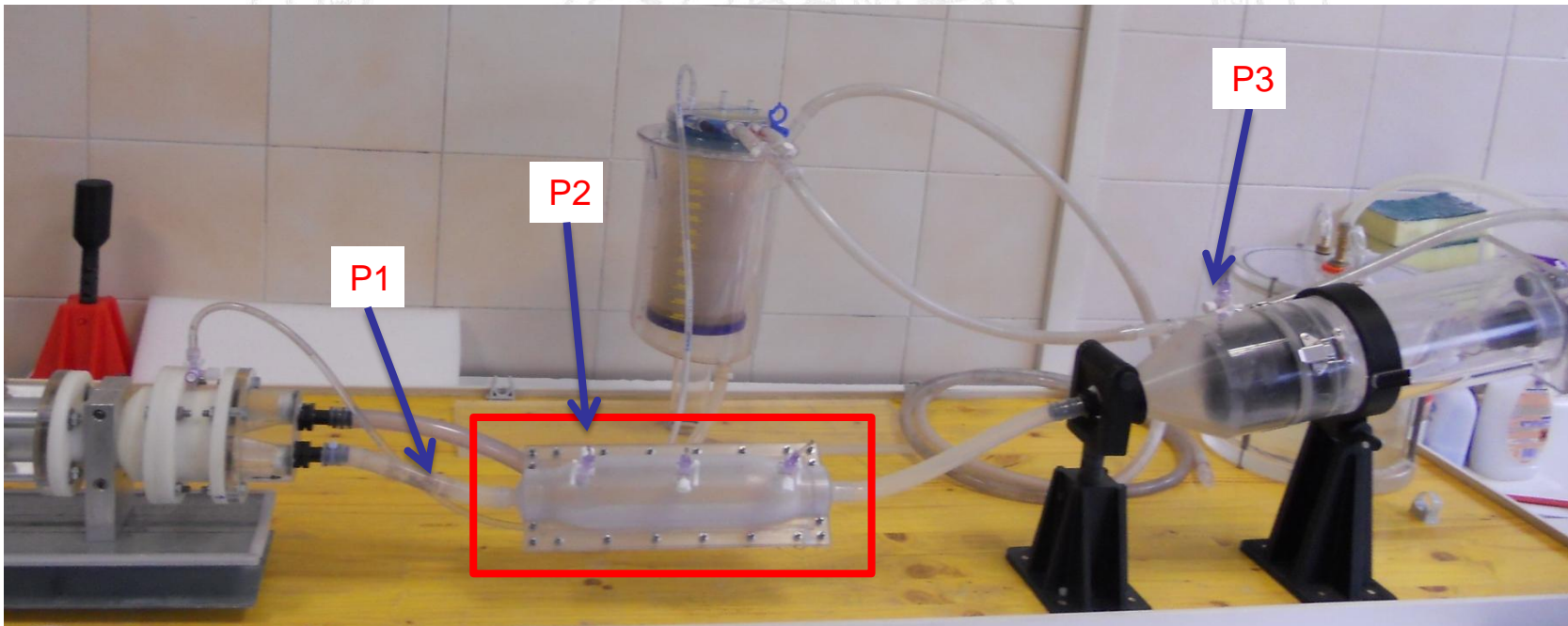
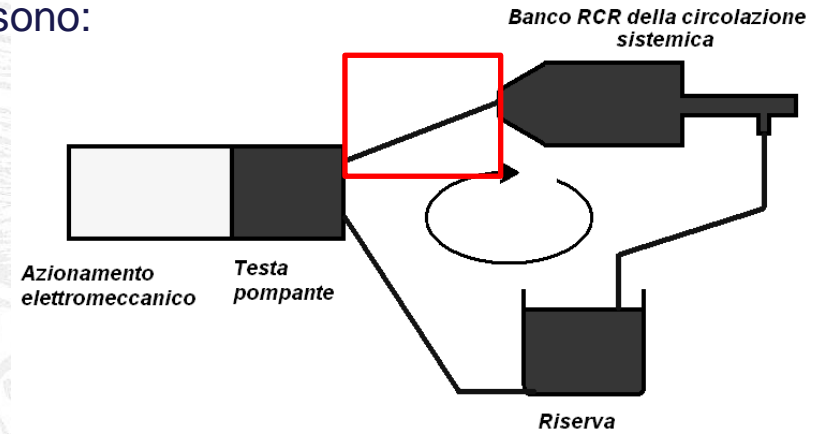
Ettore Lanzarone, Riccardo Vismara, and Gianfranco B. Fiore



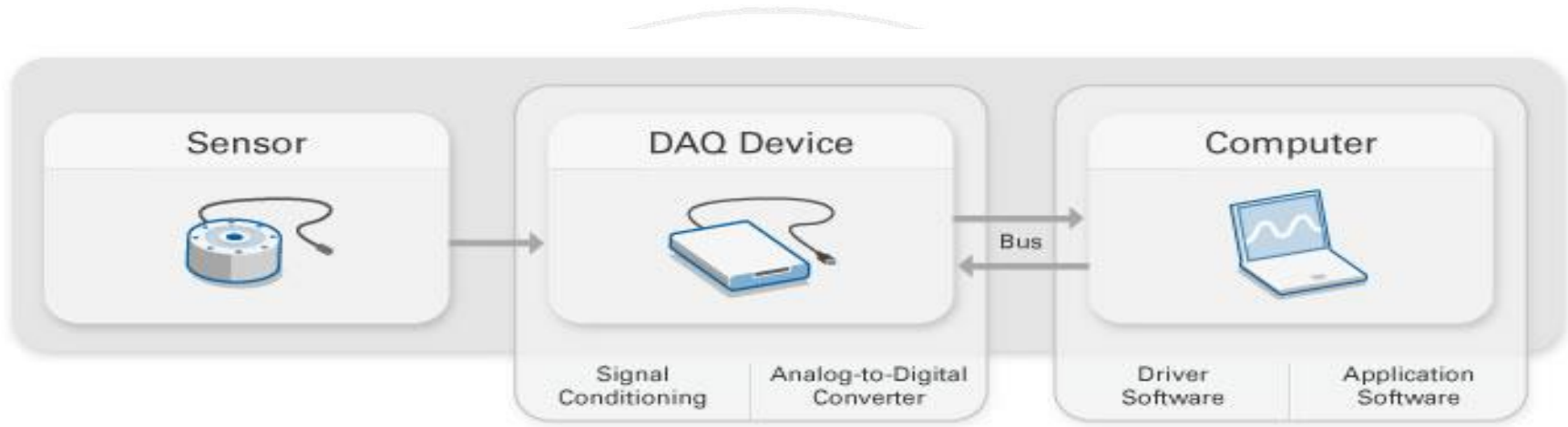
Misurazione delle pressioni sul circuito

Le grandezze che si vogliono misurare col dispositivo sono:

- P1 : pressione a valle della valvola aortica
- P2 : pressione a livello del componente da testare
- P3 : pressione a monte della resistenza di carico



Sistema di acquisizione



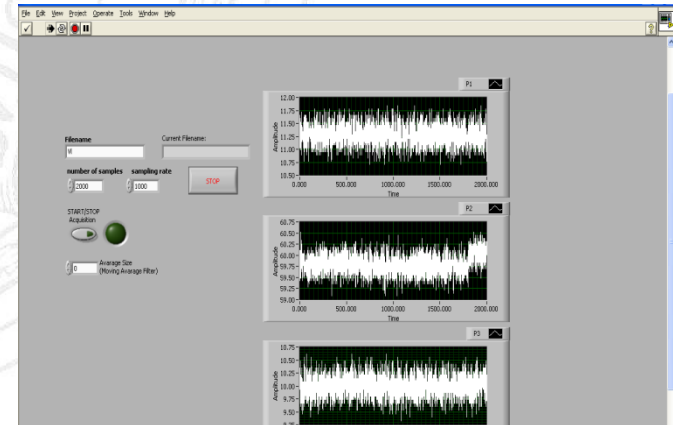
Trasduttori di pressione
Micro Switch Pressure
Sensor 40PC Series
Chart, Honeywell.



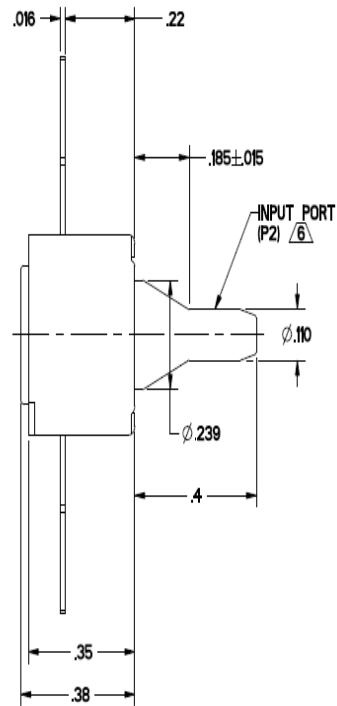
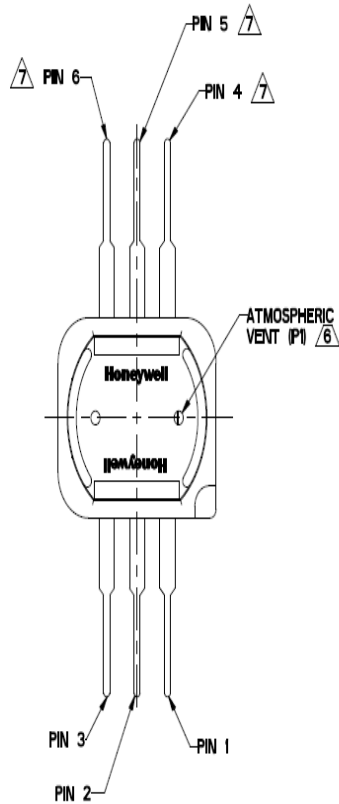
Scheda NI USB-6210
National Instruments.



Ambiente di programmazione
Labview 7.1



Trasduttori di pressione



LEAD STYLE 1

Caratteristiche

- Accuratezza : 0,2%
- Range di pressione : 0 – 776mmHg
- Tipo : Gage pressure
- Temperatura : da -45 a +125 °C

Connessioni elettriche

- Pin 1 : tensione di alimentazione +5V
- Pin 2 : massa per il segnale GND
- Pin 3 : segnale di tensione in uscita dal trasduttore di pressione

LEAD PIN OUT		
Vout	GND	Vs
3	2	1

Calibrazione dei sensori

Pressure	Channel 1	Channel 2	Channel 3
220	1,6	1,55	1,55
200	1,52	1,45	1,45
180	1,35	1,35	1,35
160	1,25	1,25	1,25
140	1,15	1,18	1,15
120	1,05	1,08	1,06
100	0,94	0,98	0,96
80	0,84	0,88	0,86
60	0,74	0,77	0,76
40	0,64	0,67	0,65
20	0,54	0,565	0,56
0	0,504	0,529	0,528

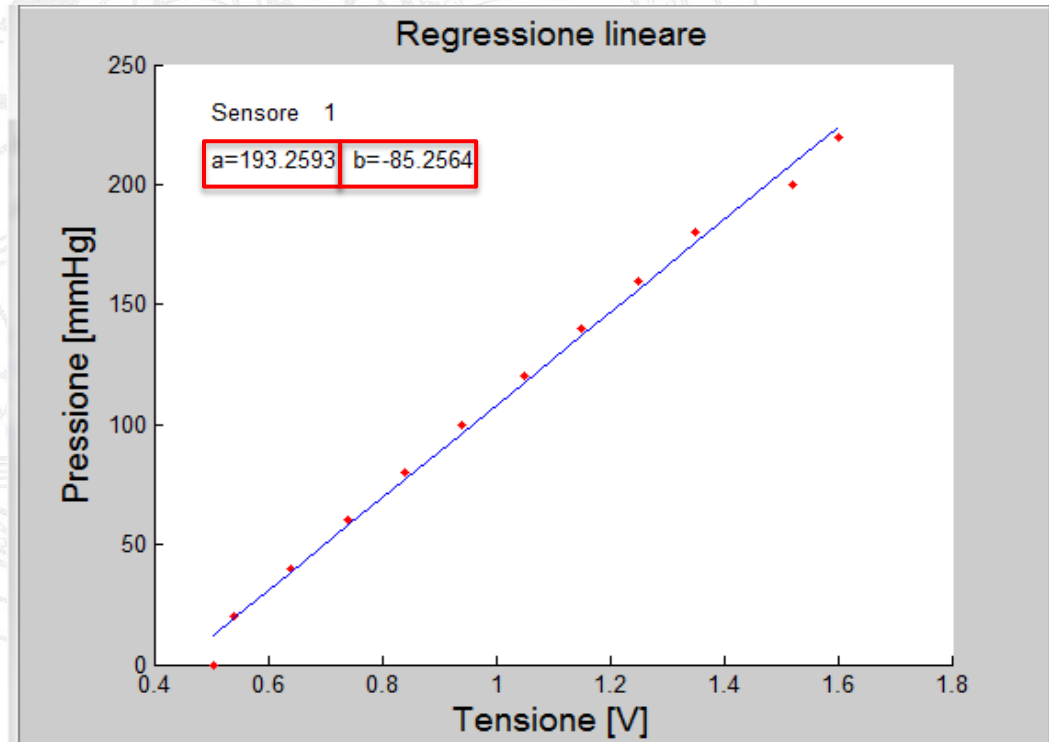
Strumenti utilizzati

- Sfigmomanometro : pressione imposta
- LabView Signal Express : misurazione tensioni
- Excel o Matlab: regressione lineare

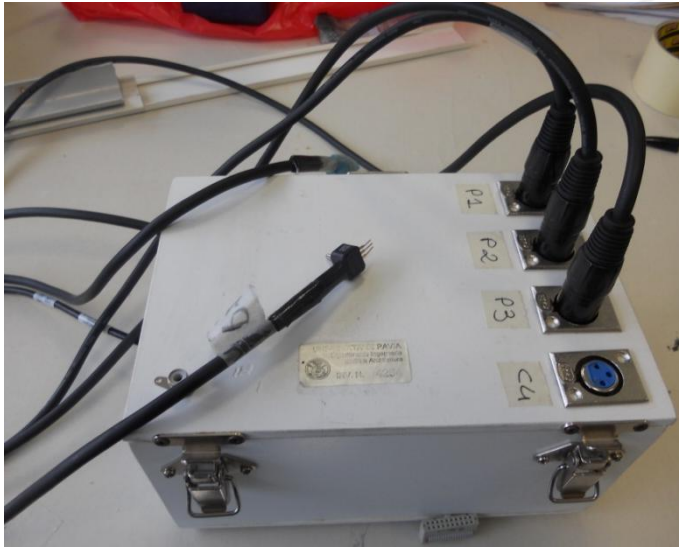
Retta di regressione lineare

$$Y_i = a + bX_i$$

- **Linearità** dello strumento
- Calcolo dei coefficienti a e b



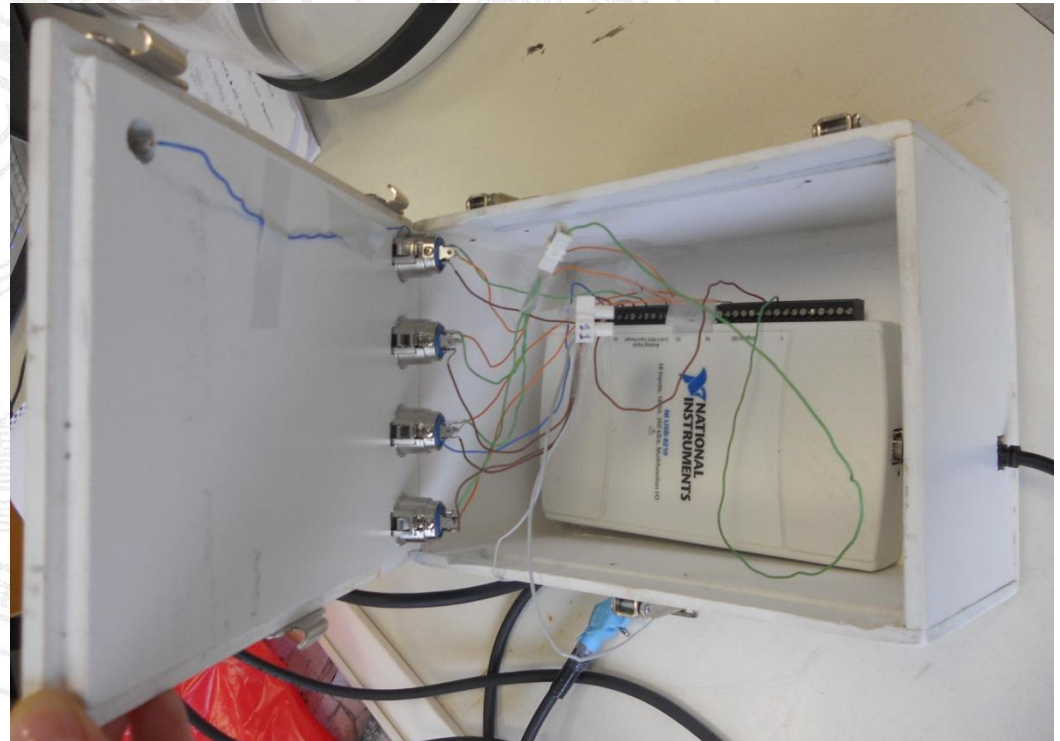
Scatola con connettori



Altezza	11,5 cm
Larghezza	15 cm
Lunghezza	22 cm
N° fori superiori	4 (Chassis XLR)
N° fori posteriori	1 (Porta USB)
N° fori singoli	1 (Trigger)

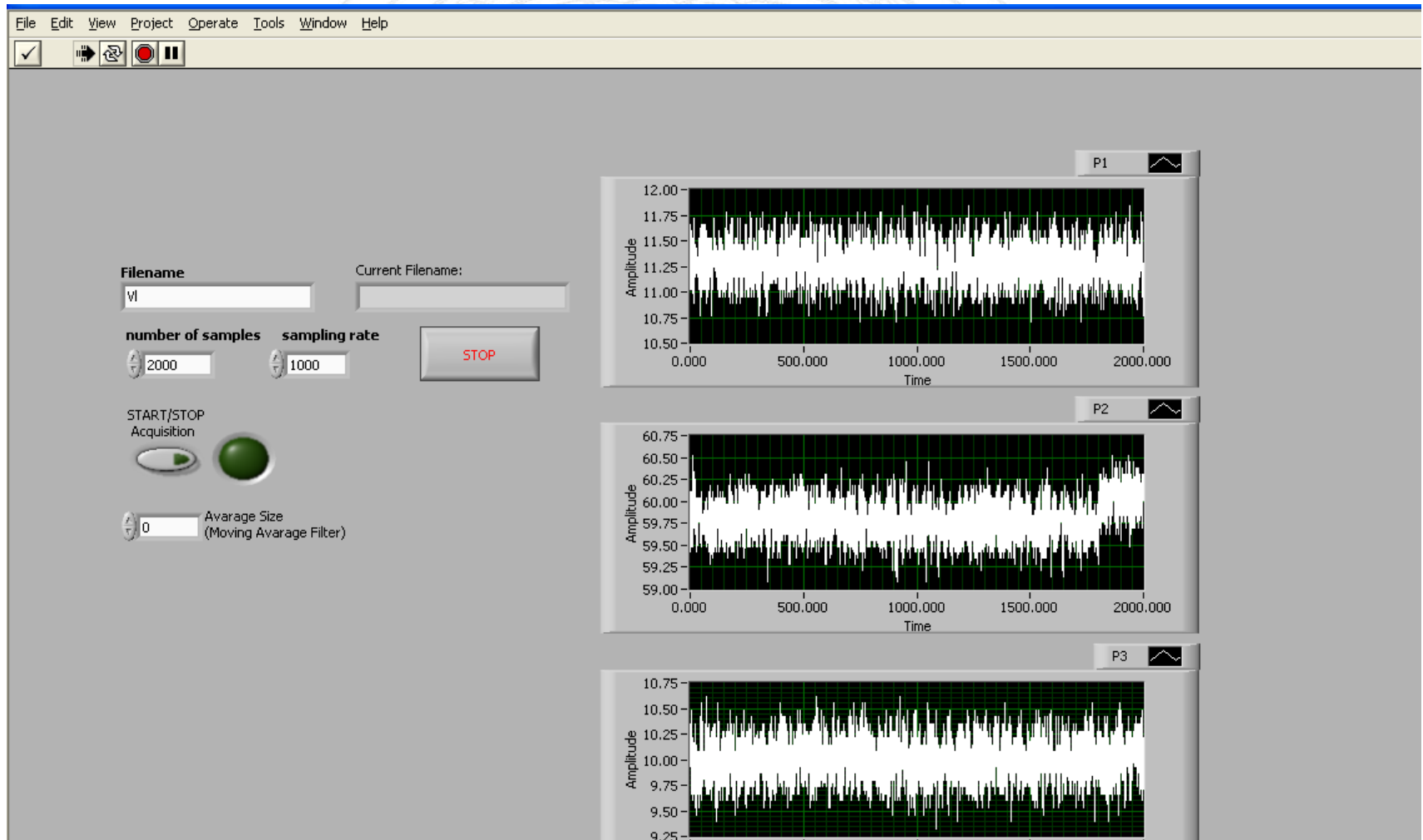
Vantaggi

- Sistema ordinato e isolato
- Compattezza delle connessioni
- No fili volanti
- Facile da trasportare



Software di applicazione in LabView 7.1

Interfaccia grafica utente – Pannello Frontale

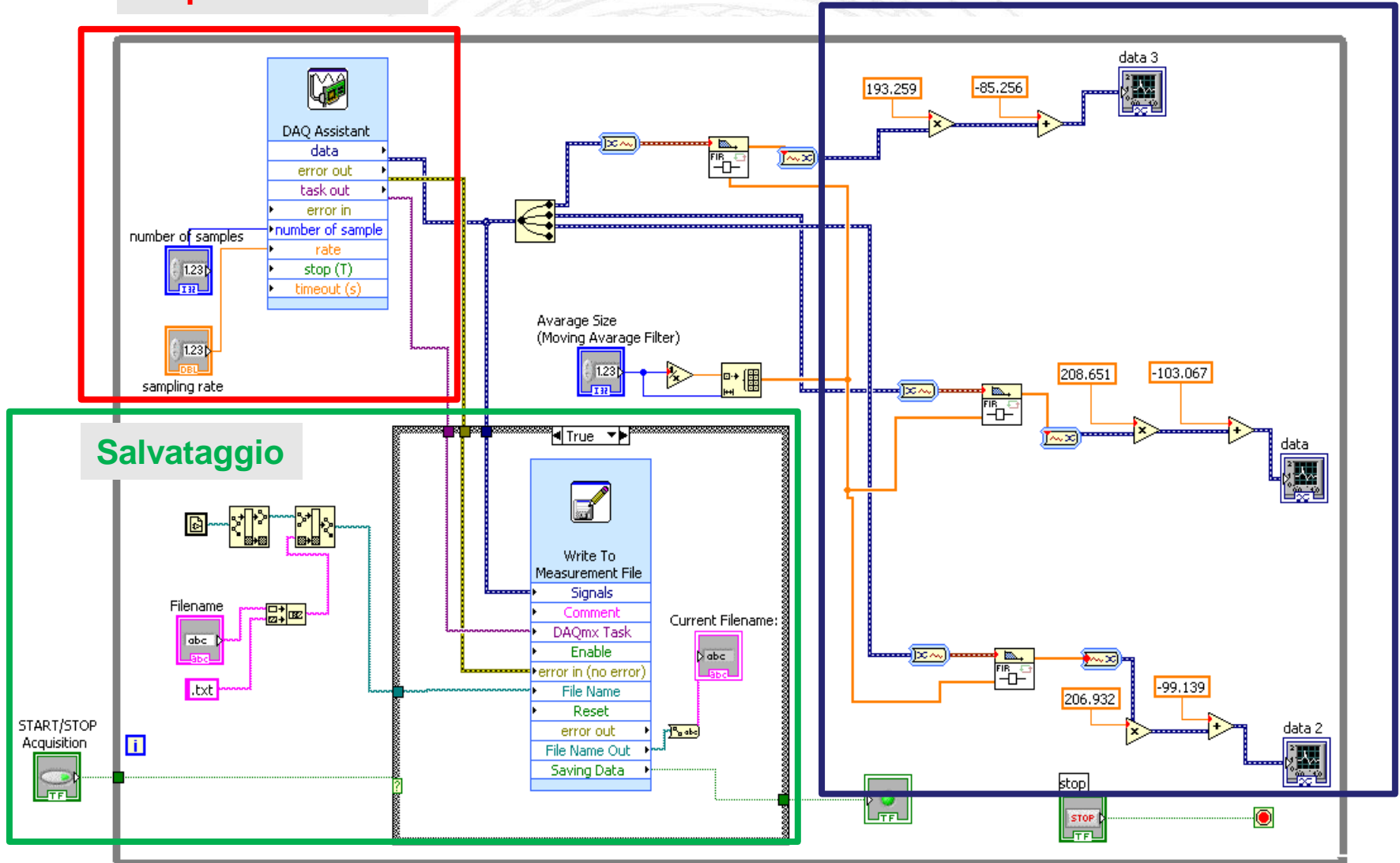


Software di applicazione in LabView 7.1

Diagramma a blocchi

Acquisizione dati

Conversione e visualizzazione

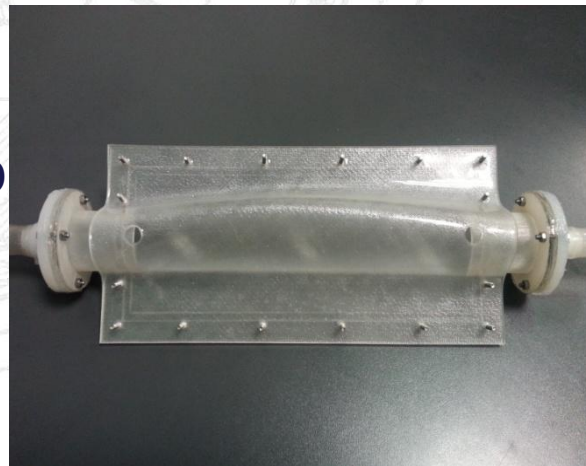
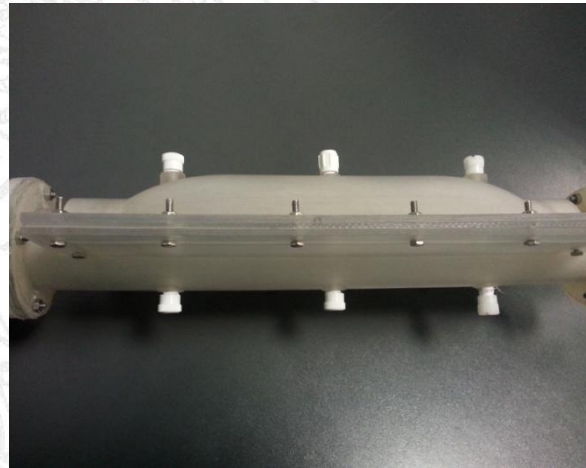


Applicazioni sperimentali

Modello di dissezione aortica

Componenti

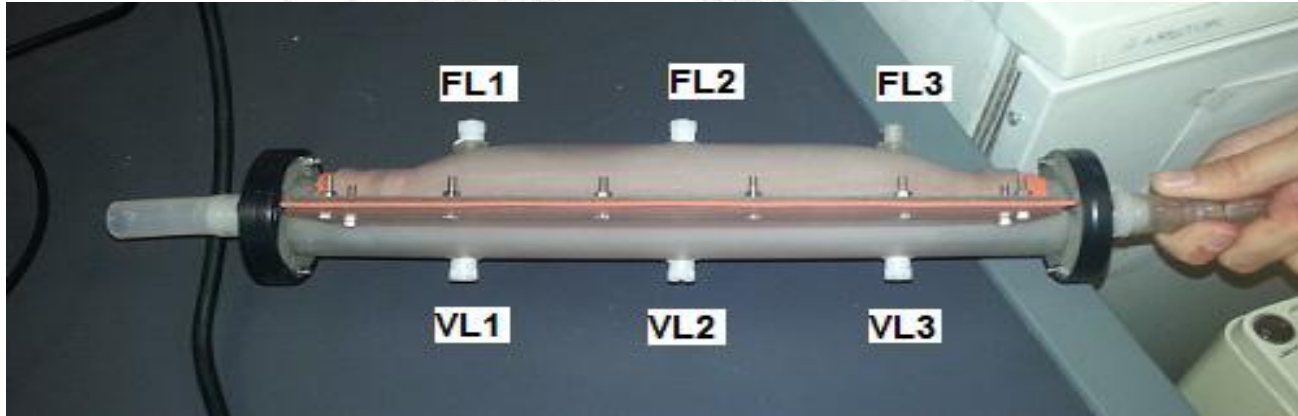
- Parti esterne realizzate in resina polimerica con stampante 3D (Objet 30 Pro)
- Membrana interna in silicone bicomponente Colato in stampo realizzato con stampante 3D



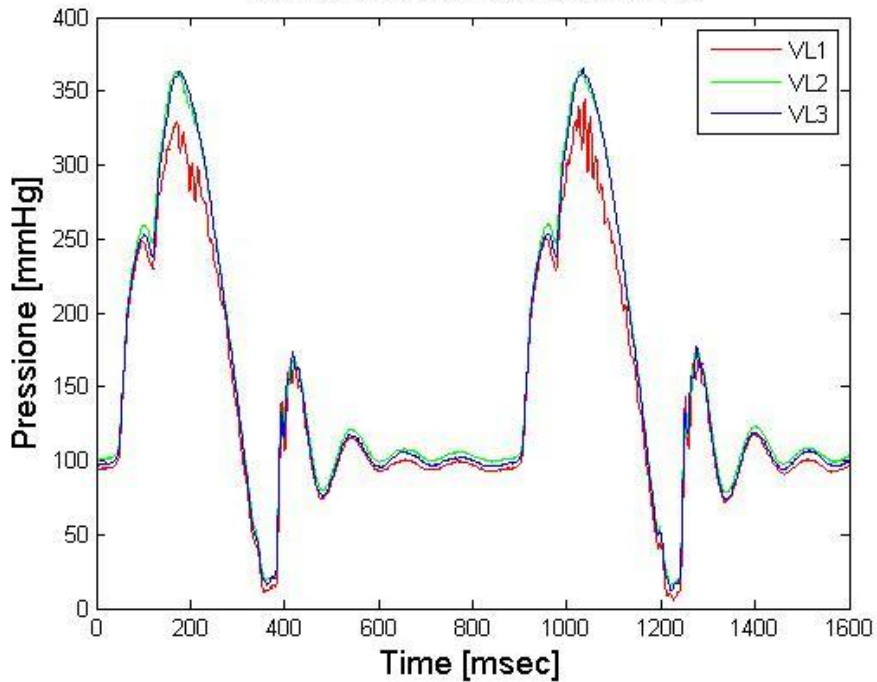
Applicazioni sperimentali

Misure di pressione

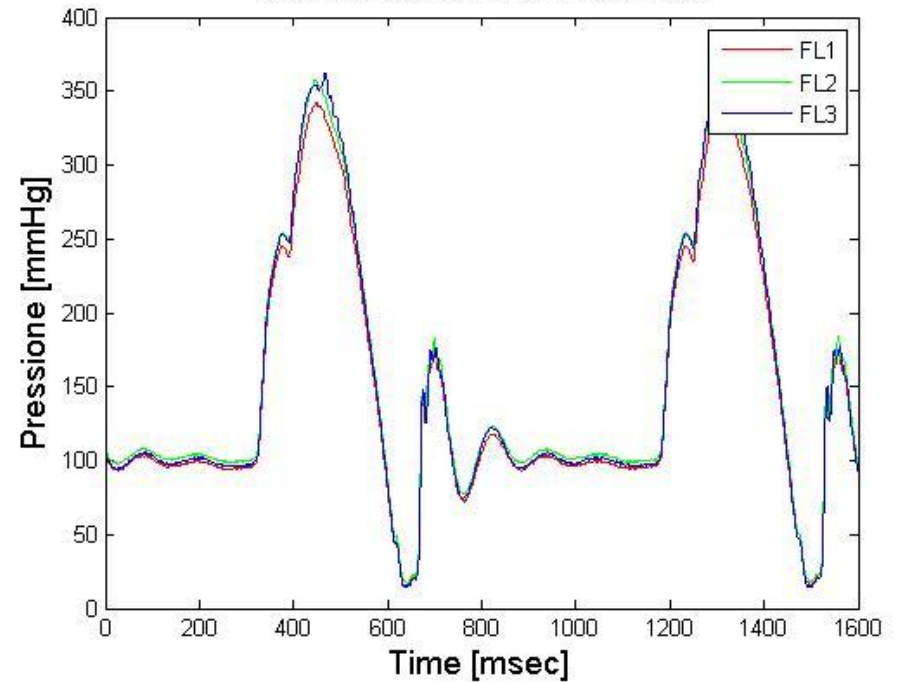
FL1, FL2, FL3: pressioni nel falso lume.
VL1, VL2, VL3: pressioni nel vero lume.



Modello dissezione-Vero lume



Modello dissezione-Falso lume



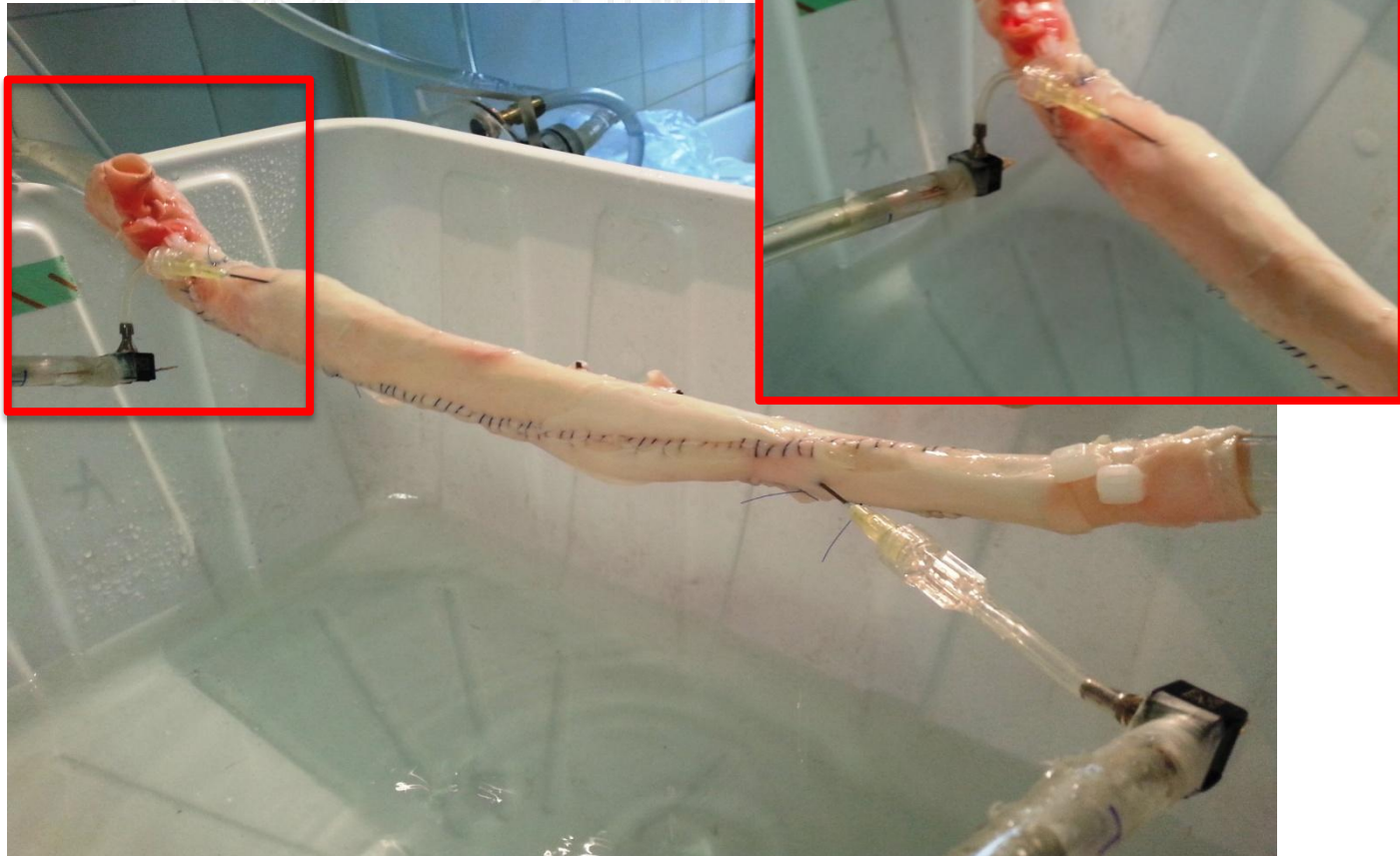
Applicazioni sperimentali

Dissezione aortica: modello porcino ex-vivo

Sensori montati su aghi

Misure di pressioni: Vero lume e falso lume

Pressione massima nel vero lume



Conclusioni e sviluppi futuri


Sistema di acquisizione versatile e performante

- **Sistema di acquisizione wireless**
 - Assenza di cavi
 - Trasmissione veloce anche a distanza
- **Configurazione dei sensori più stabile**
 - Connessioni permanenti
 - Precisione nelle misure
 - Minor rumore elettrico
- **Acquisizione del segnale di Trigger**
 - Segnale non riferito a massa (NRS) che viene acquisito direttamente dalla macchina.
 - Picco in corrispondenza dell'homing → momento di inizio sistole



Conclusioni

Ringrazio tutti per l'attenzione

 **-lab**

Emilia Latella

27 Aprile 2015