

Dispositivi Minimamente Invasivi

per Diagnosi, Monitoraggio e Terapia

Esercitazione 5

Alessandro Tognetti

Nicola Carbonaro

a.tognetti@centropiaggio.unipi.it

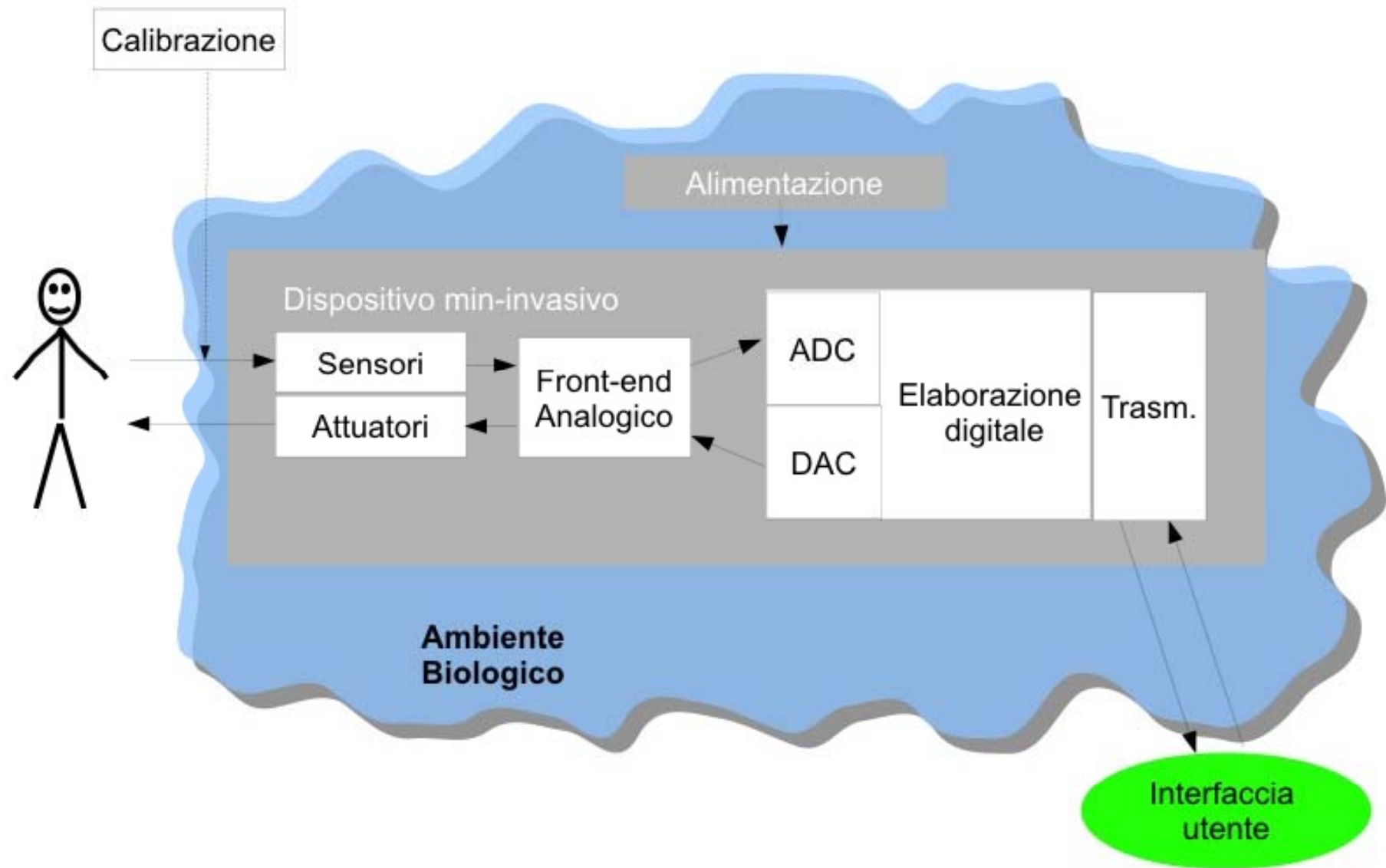
nicola.carbonaro@centropiaggio.unipi.it

Problema

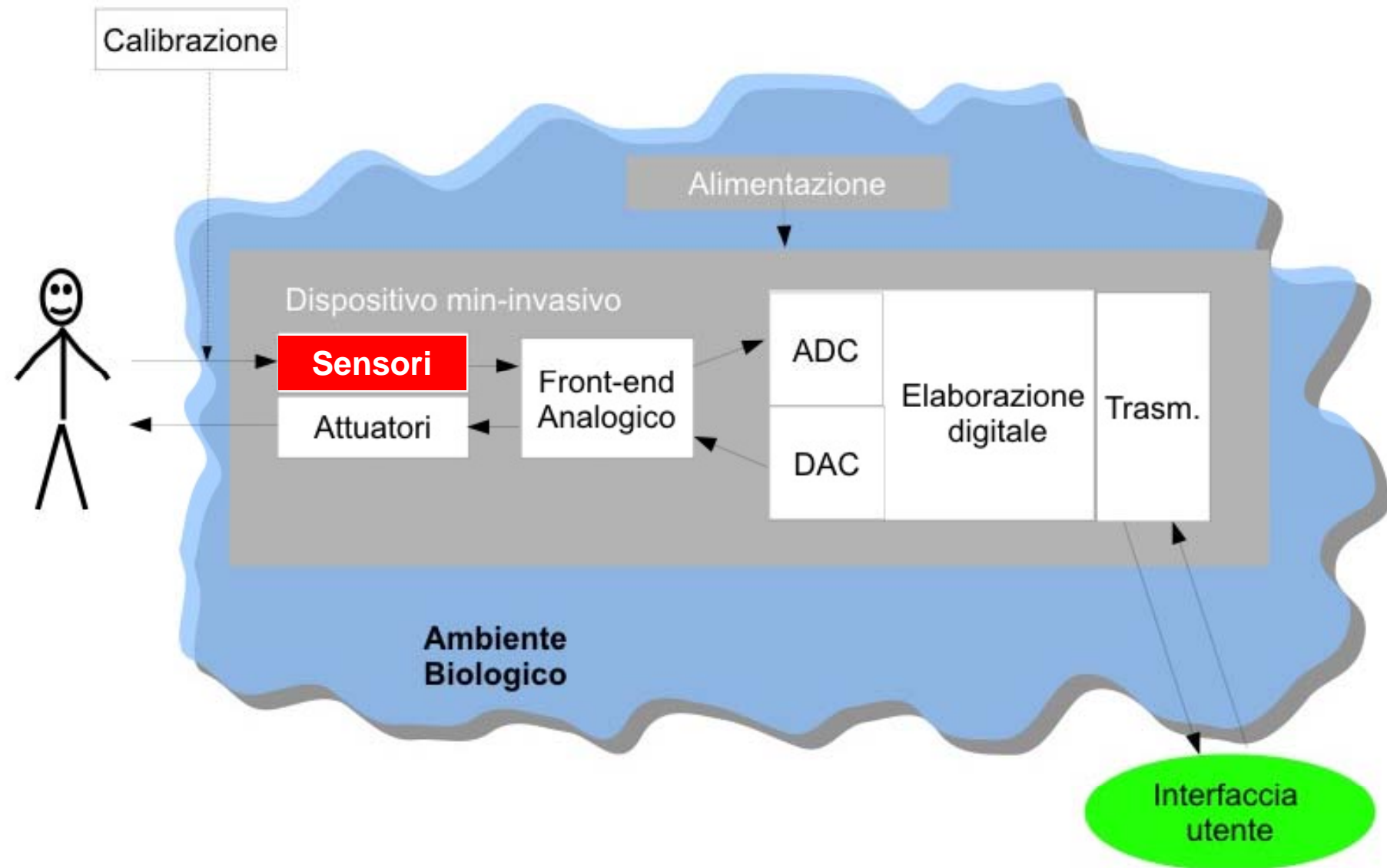
Voglio misurare una forza F con caratteristiche:

- range [0 – 10 N]
- Frequenza di lavoro [0 – 10 Hz]
- Si vuole realizzare un sistema che acquisisca il segnale analogico “forza”, lo converta in digitale e visualizzi la “ F ” nominale e la stima della forza
 - Provare a generare un Allarme nel caso che la forza superi il valore di 6N per più 2 secondi

Schema generale di un sistema di misura



Selezione del sensore



Sensori di Forza

Sensori FlexiForce® della Tekscan

Datasheet disponibile dal sito (<http://www.tekscan.com/flexible-force-sensors>)

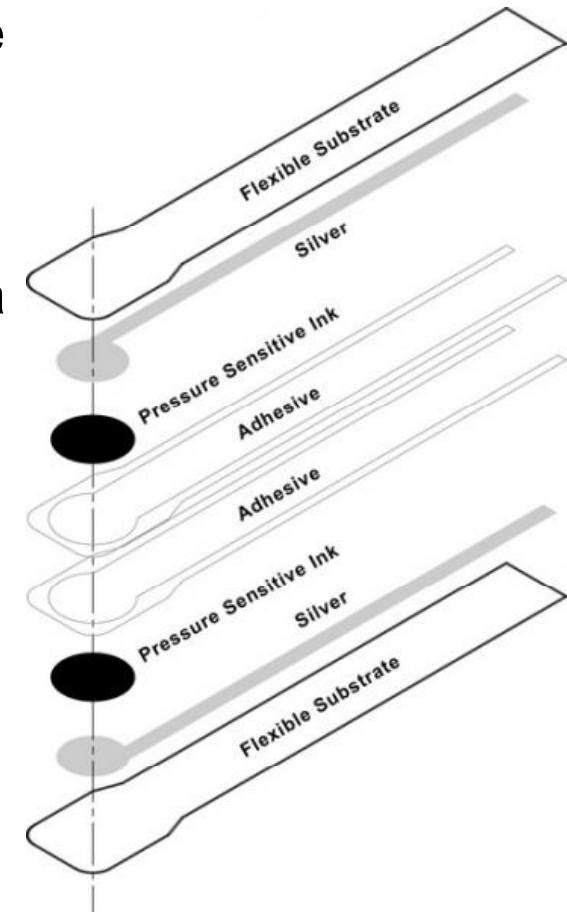
- Rilevare e misurare il cambiamento relativo di forza o del carico applicato
- Rilevare e misurare la frequenza della variazione di forza applicata
- Identificare valori specifici di forza (soglie) per attivare specifiche azioni
- Rilevare il contatto o il tocco della superficie del sensore



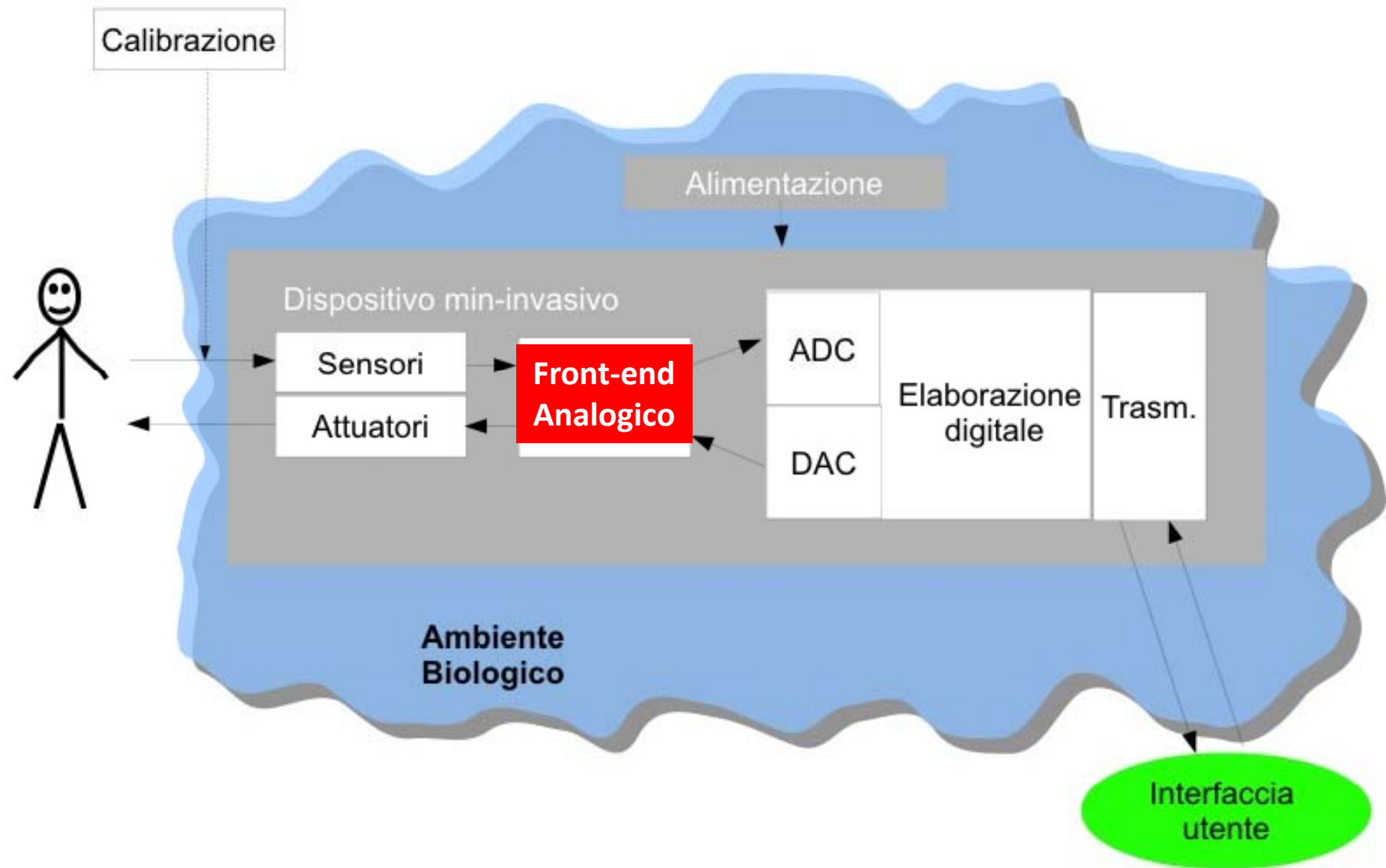
Specifiche del sensore

Il sensore FlexiForce è costruito in modo da generare variazioni della sua resistenza nominale al variare della forza applicata

- Zero Forza = nessun carico applicato → Resistenza del sensore elevata (superiore ai $5M\Omega$)
- Forza applicata al sensore → Resistenza del sensore decresce
- Legge Forza misurata / Resistenza inversamente proporzionale

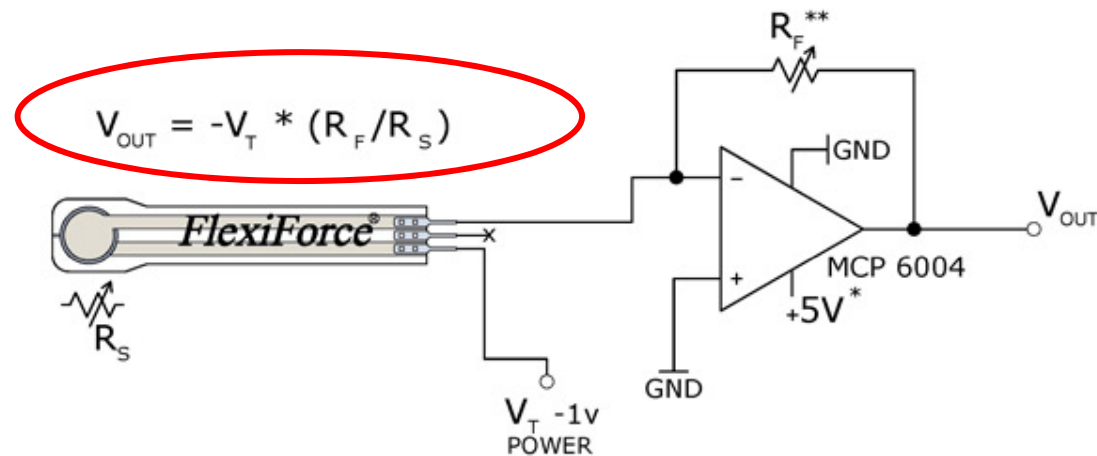


Selezione del sensore



Front-end Analogico

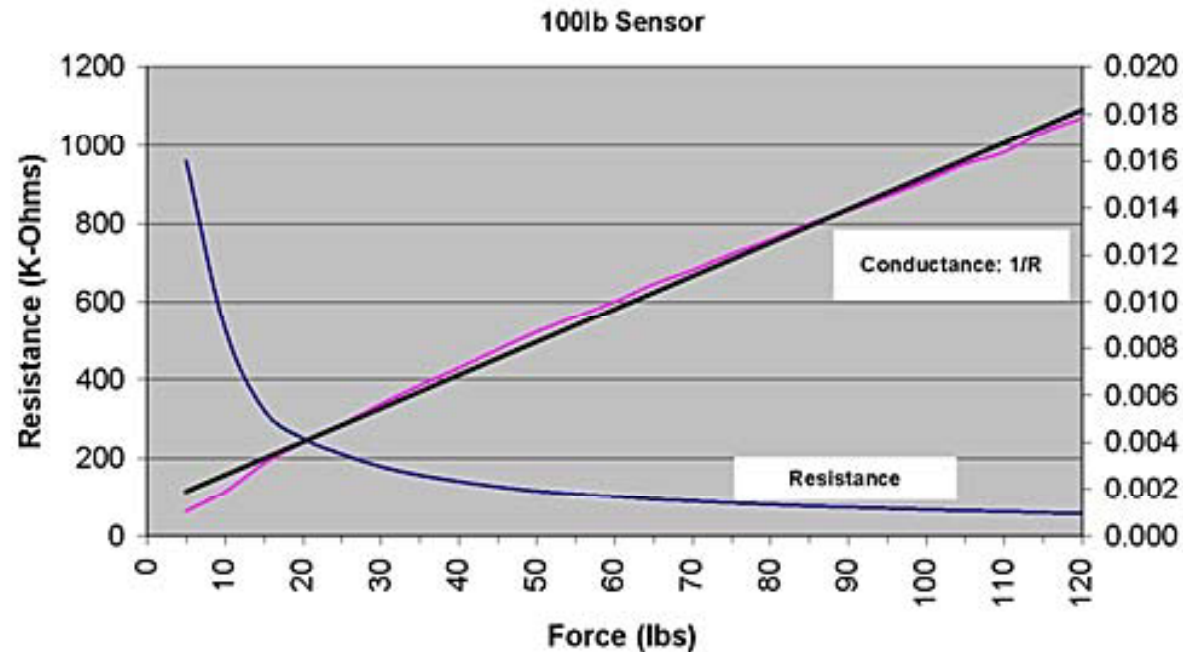
- Dobbiamo leggere una variazione di Resistenza del sensore
- Utilizziamo il front-end consigliato nel datasheet
 - Montaggio con operazionale invertente ([LM358](#))



- * Supply Voltages should be constant
- ** Reference Resistance R_F is 1k Ω to 100k Ω
- Sensor Resistance R_S at no load is >5M Ω
- Max recommended current is 2.5mA

Dimensionamento dei parametri circuitali

- Relazione tra tensione misurata (V_{out}) e forza (F)



- Per la linearità relativa agli estremi, prendiamo i due punti estremi della caratteristica *Conduttanza* (σ)/*Forza*, assumendo la retta passante per l'origine degli assi, si ottiene la relazione:

$$\sigma = m F$$

Dimensionamento dei parametri circuitali (2)

Ricaviamo m

- $m = \sigma / F = 0.018 \text{ K}\Omega^{-1} / 120\text{lbs} = 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ K}\Omega^{-1} \text{ lbs}^{-1}$

- Sapendo che $1\text{lbs} = 0.45 \text{ Kg}$

$$m = 3.33 \cdot 10^{-7} \Omega^{-1} \text{ Kg}^{-1}$$

- Inoltre, volendo riportare il tutto in funzione della Forza espressa in Newton

- $1\text{Kg} \approx 10 \text{ N} \rightarrow m = 3.33 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1} \text{ N}^{-1}$

Quindi riprendendo la relazione dell'operazionale invertente

$$V_{out} = -R_F / R_S * V_T = R_F * \sigma_S V \quad \text{ricordando che } V_T = -1V$$

Dimensionamento dei parametri circuitali (3)

- Si ottiene la relazione lineare tra V_{out} e F

dove possiamo definire m_1

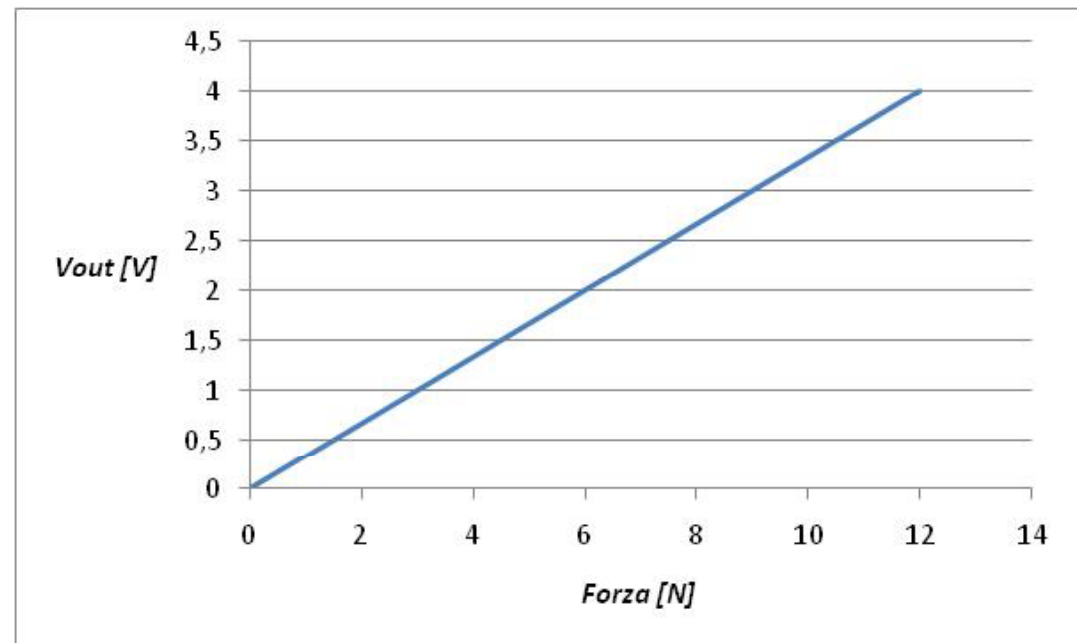
$$m_1 = R_F * \sigma_S \quad V = 3.33 * 10^{-1} \text{ V/N}$$

- *Sensibilità dello strumento*
- *Considerando $R_F = 100\text{K}\Omega$*

$$V_{out} = m_1 * F \rightarrow F = V_{out} / m_1$$

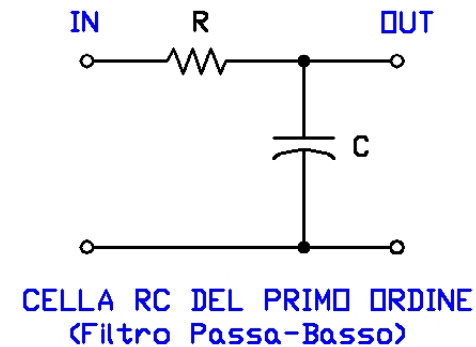
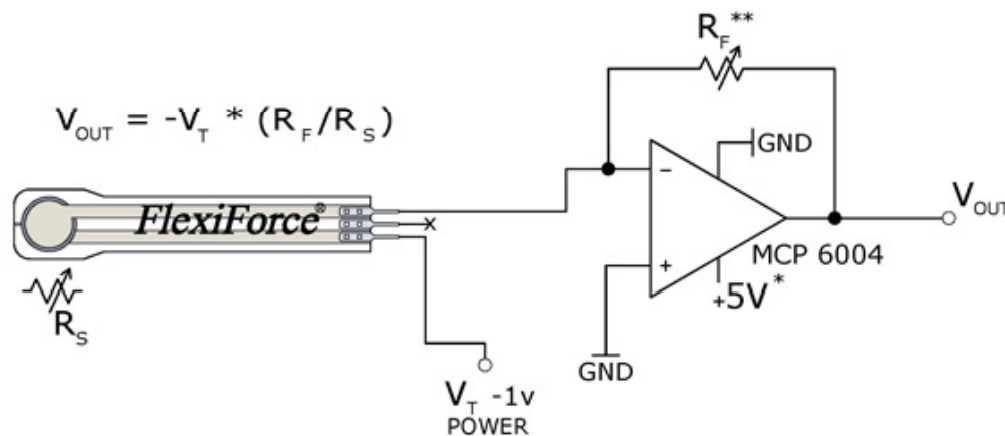
dove $1 / m_1 = C$

- *Costante di taratura [N / V]*



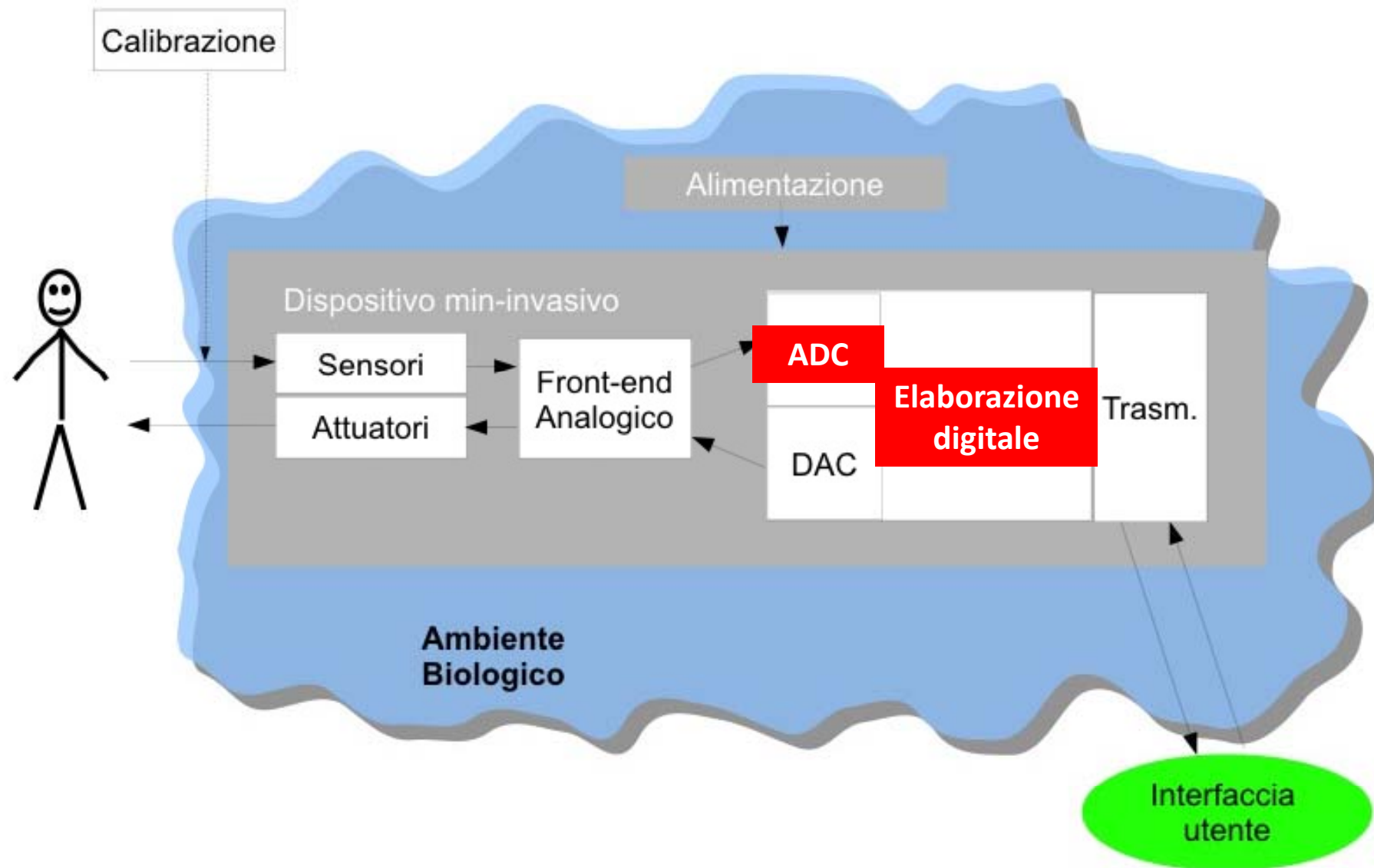
Filtraggio Analogico

- Adattamento del segnale prima della conversione digitale



- Dimensionamento del filtro
 - Vogliamo $f_c = 10\text{Hz}$ $\rightarrow f_c = 1 / 2\pi RC$, fissiamo un valore e otteniamo l'altro
 - $C = 1\mu\text{F}$ $\rightarrow R = 16\text{K}\Omega$

Conversione A/D e Elaborazione



Conversione A/D e Elaborazione (2)

- Acquisizione del segnale analogico e campionamento via scheda National Instrument PCI-6071
 - scheda di acquisizione dati a prestazioni elevate
 - 64 input analogici a terminazione singola forniscono 1,25 MS/s e risoluzione a 12 bit
- Elaborazione del segnale via Matlab
 - Tramite il componente Real-Time Windows Target, viene gestita la scheda NI PCI-6071
 - Si crea un modello con i vari parametri di interesse e i diversi blocchi relativi all'elaborazione richiesta per il segnale

