

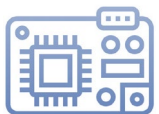


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



IMSI 2022

# INSULINMETER 2.0



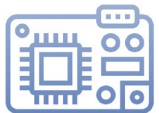
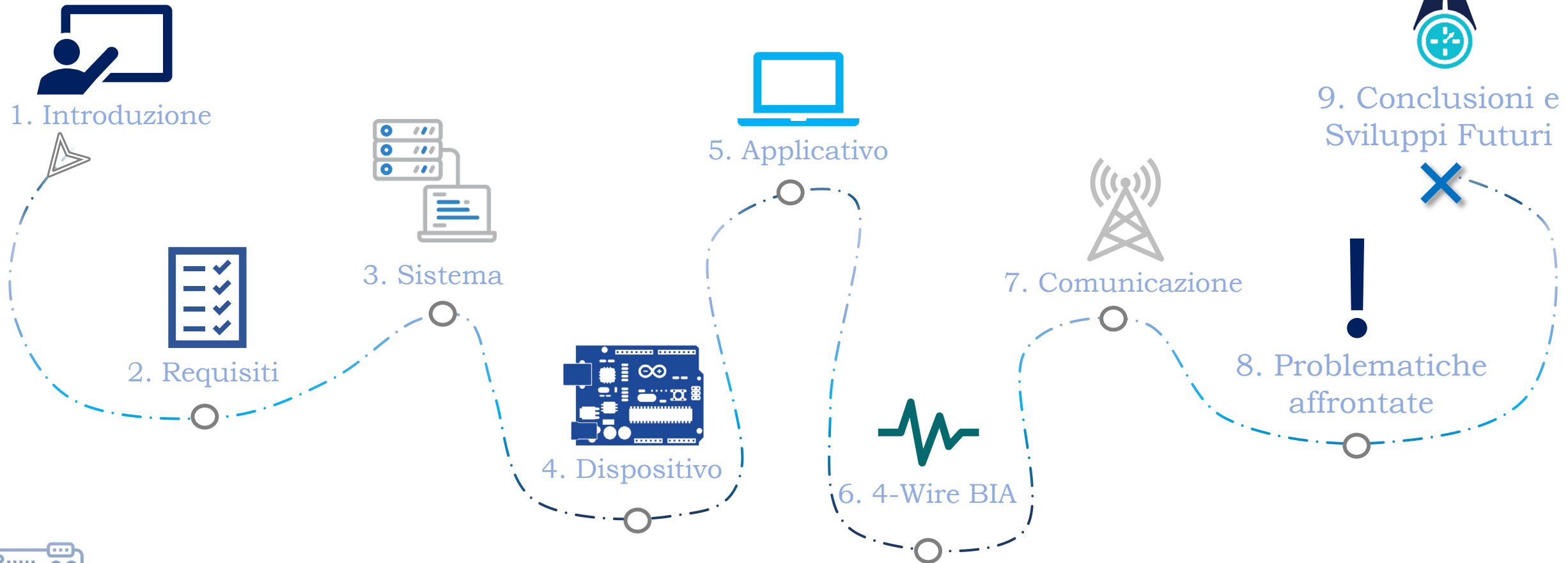
**Francolino Team**



# Sommario



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II





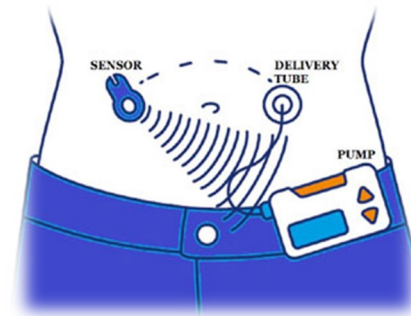
# Introduzione



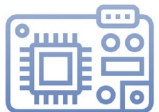
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



Nel trattamento del diabete di tipo 1, uno dei fattori che influenza la quantità di *insulina* da somministrare è la **biodisponibilità**, cinetica di assorbimento di un farmaco, che può essere misurata, in modo non invasivo, osservando la variazione elettrica della **bioimpedenza**.



Lo scopo del Progetto, quindi, è quello di sviluppare un Sistema che sia in grado di compiere **una spettroscopia di bioimpedenza**.

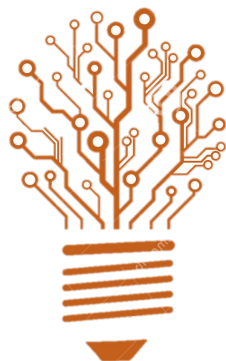




# Requisiti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

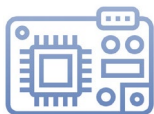


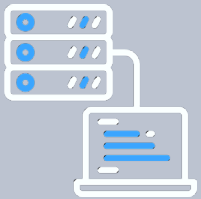
Il Sistema deve misurare, in tempo reale, la spettroscopia di bioimpedenza del sito in esame, dando la possibilità di apprezzare graficamente e in forma tabellare il **modulo**, la **fase** e la **frequenza** della misura.

Deve essere possibile scegliere tra due diverse modalità: single frequency e frequency sweep, impostando i parametri necessari.

Deve essere possibile settare marker temporali, che evidenzino zone di interesse.

Al termine della misurazione deve essere possibile visualizzare la totalità dei dati raccolti e di salvarli in appositi file per una successiva analisi.



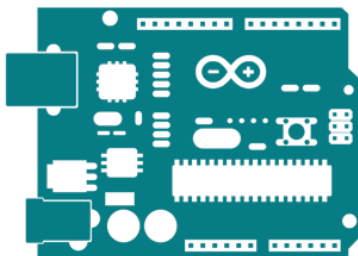


# Sistema



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

L'**Insulinmeter 2.0** è composto, sulla base delle specifiche funzionalità, dai componenti:



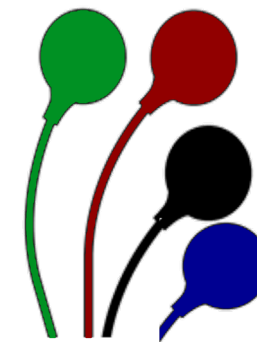
Dispositivo

Effettua la misura e invia i risultati  
all'Applicativo tramite comunicazione  
*wire/wireless*.



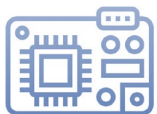
Applicativo

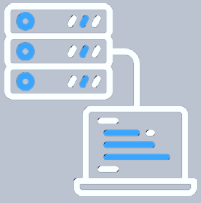
Riceve, processa e visualizza le misurazioni.



Elettrodi

Applicati al Paziente si collegano  
al Dispositivo.

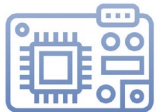
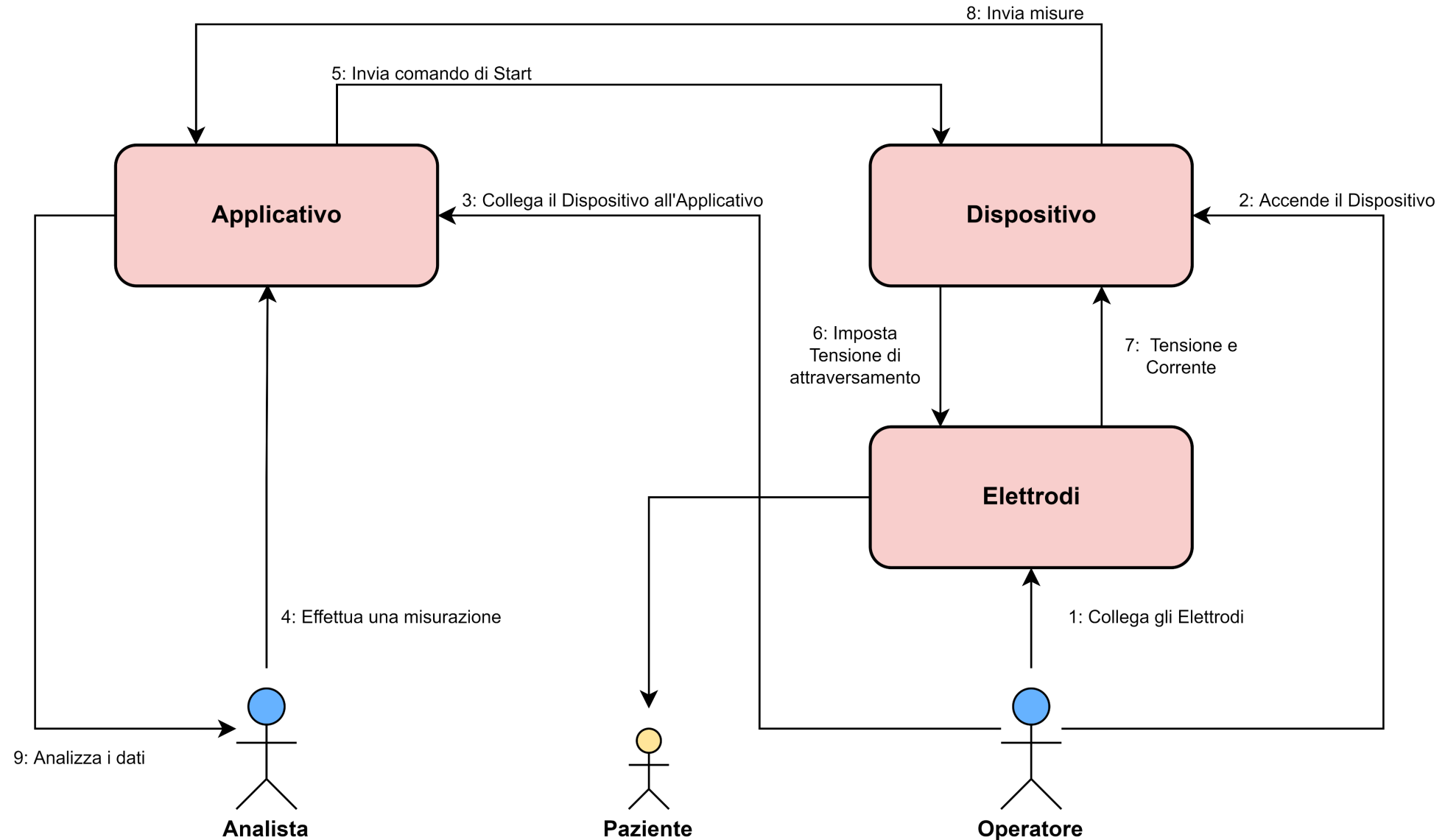


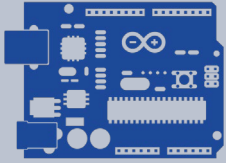


# Sistema: funzionamento



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



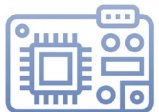
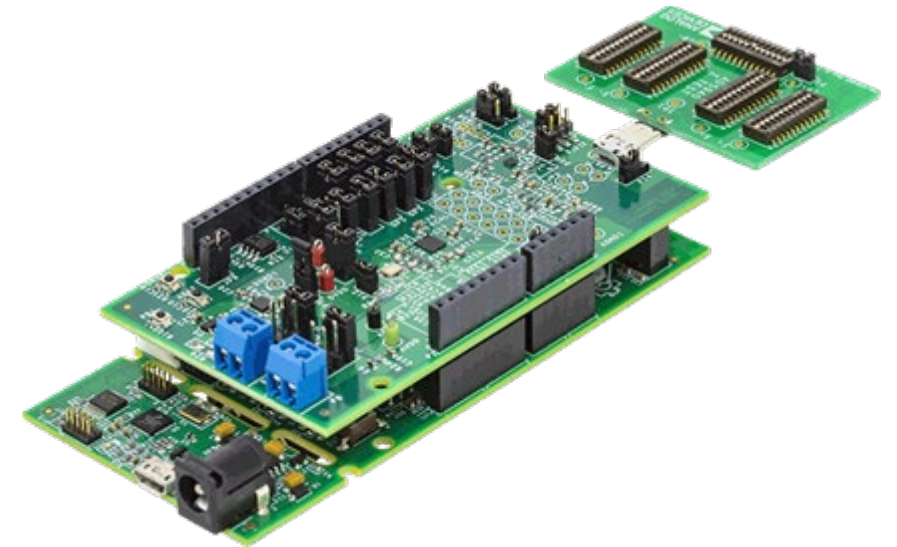


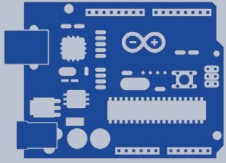
# Dispositivo



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

Il Dispositivo è realizzato mediante l'uso di un hardware specializzato in misurazioni biomediche, in particolare l'*Evaluation Kit EVAL-AD5940BIOZ*, composto da: l'EVAL-ADICUP3029 (*host board*) che gestisce e pilota l'AD5940 (*guest board*) in cui sono presenti tutte le componenti necessarie ad una corretta e precisa misurazione della spettroscopia di bioimpedenza, l'AD5940 Z Test capace di modellare un vasto range di impedenze.





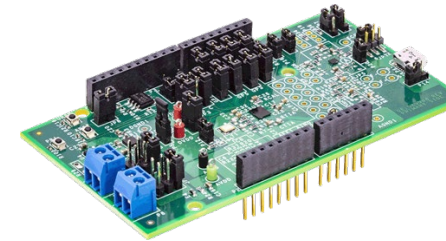
# Dispositivo



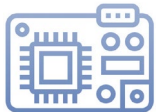
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



L'**EVAL-ADCUP3029** è un ultra low power microcontroller system che integra sistemi di controllo, processo e connettività. L' MCU è basato sul processore ARM Cortex-M3 e comprende periferiche digitali (SPI, UART, BLE ...), embedded SRAM, memoria flash ed un sistema analog-to-digital converter (ADC).



L'**AD5940** è una board low power e ad alta precisione, progettata per applicazioni portatili basate su tecniche di misura elettrochimiche come quelle amperometriche, di tensione e d'impedenza. In particolare, grazie all'AFE AD8233 si possono implementare sistemi completi di misura bioelettrici e biopotenziali.







# Applicativo

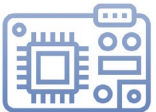


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

L'Applicativo è stato sviluppato in Matlab, in particolare tramite Matlab App Designer.

È composto da due moduli principali:

- Il **communication module** è responsabile della comunicazione con il Dispositivo. Prevede due tipologie di collegamenti, *seriale* e *wireless*.
- Il **processing and data visualization module** si occupa del *processing* dei dati ricevuti. Oltre a memorizzare il modulo, la fase e la frequenza, fornisce tutte le funzioni previste nei requisiti.

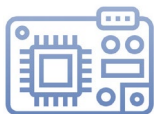
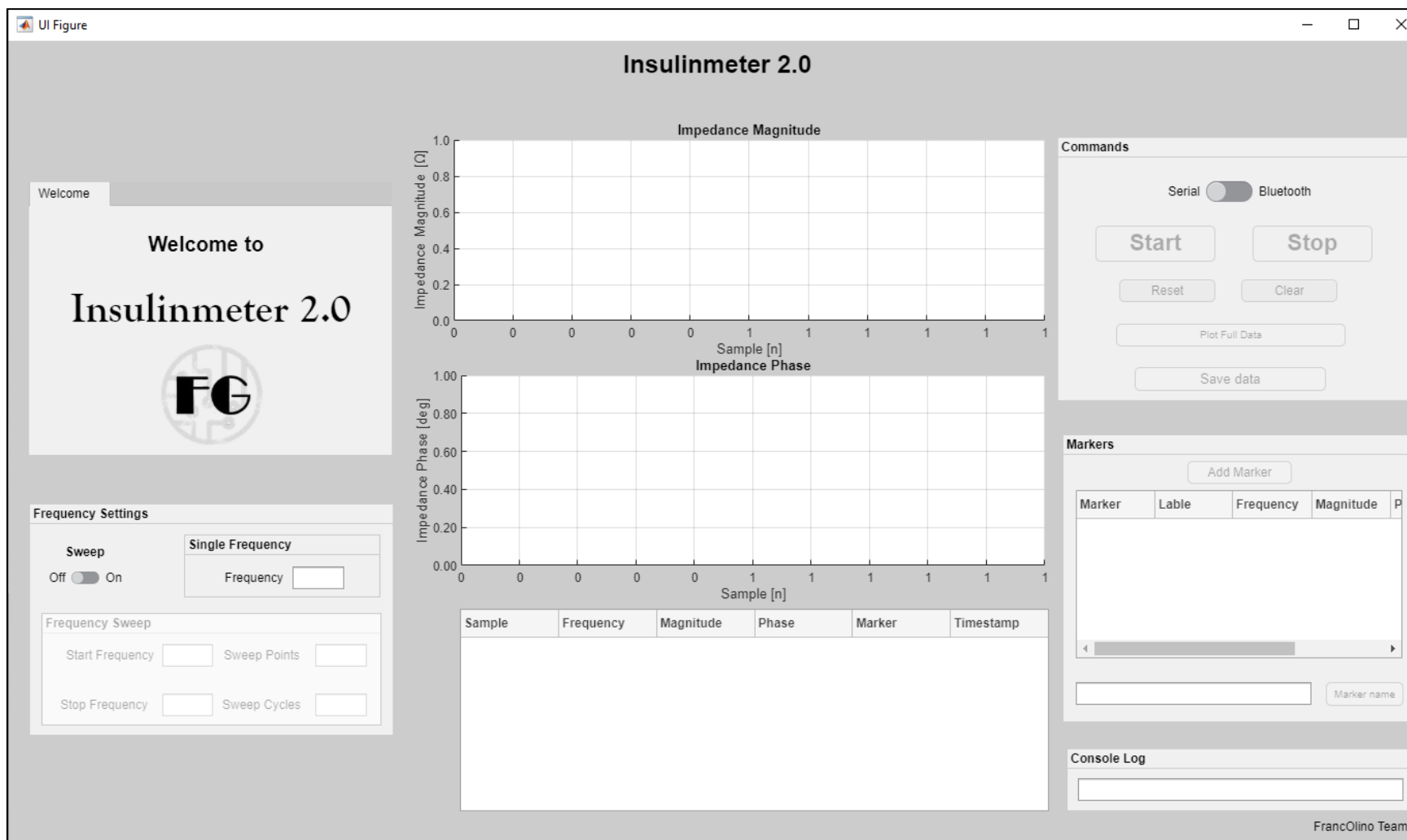




# Applicativo: interfaccia



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II





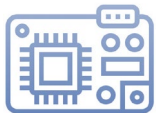
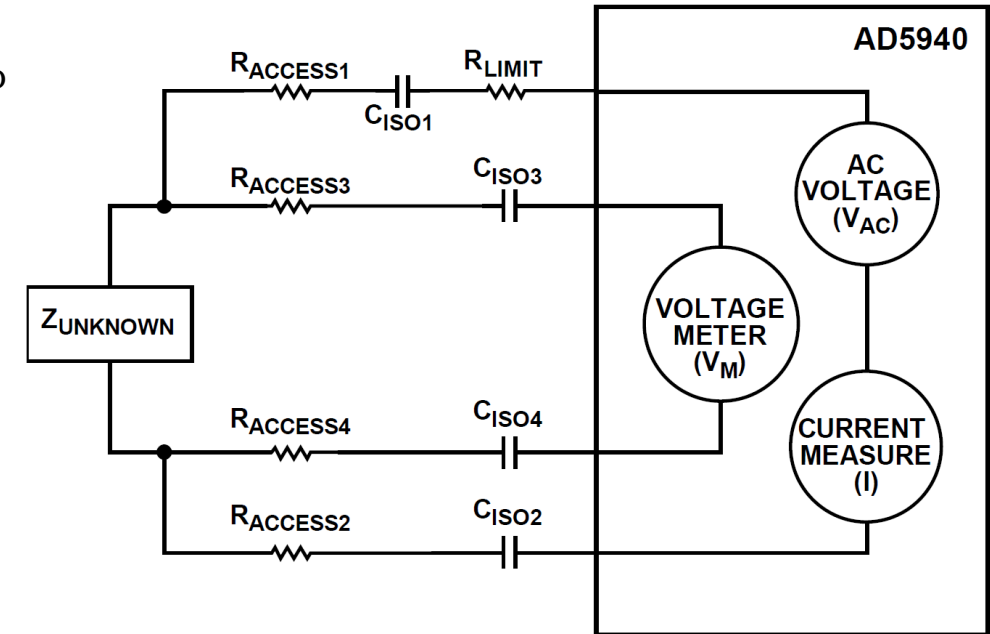
## 4 – Wire BIA



L'approccio utilizzato ai fini del Progetto è stato quello del 4-Wire BIA. Il calcolo della bioimpedenza necessita di una precisa sorgente di voltaggio ac, un amperometro ed un voltmetro differenziale ad alta precisione.

La misurazione avviene seguendo il ciclo:

- applicazione di una tensione ac generata dal *wave generator* ;
- misura della corrente che rientra nel Dispositivo e della tensione applicata;
- trasformazione nel dominio della frequenza di tensione e corrente;
- calcolo impedenza.





# 4 – Wire BIA



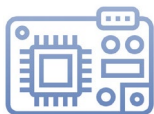
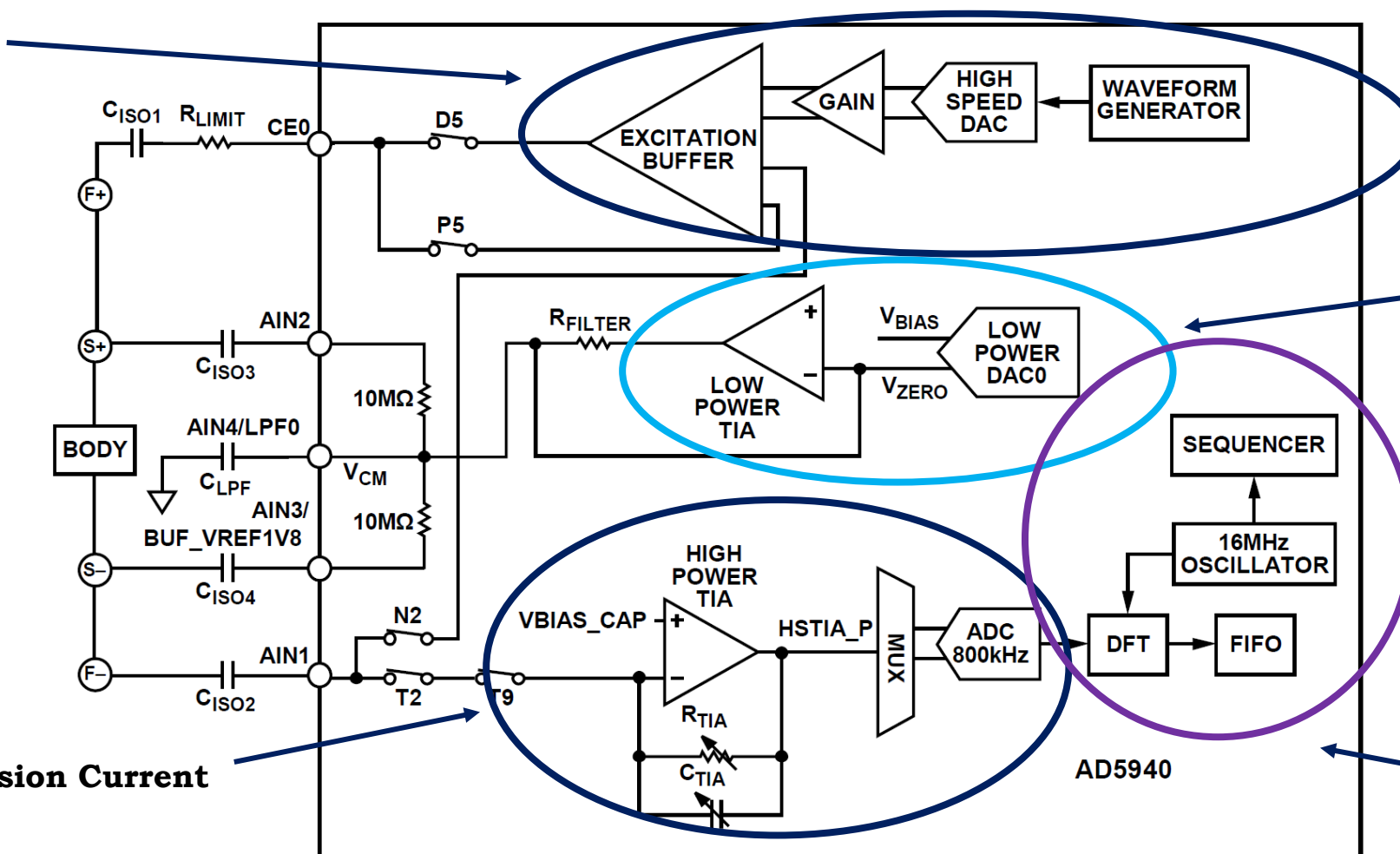
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

High Precision AC  
Voltage Source

High Precision Current  
Meter

High Precision  
Voltage Meter

Processing





# Comunicazione

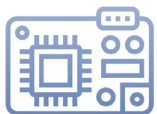


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

## Seriale

La comunicazione di tipo seriale è affidata alla **UART** virtualizzata sul connettore USB dell'ADCUP3029, impostando un baudrate di 230400.

La ricezione è stata implementata tramite interruzioni esterne, abilitando la sorgente di Interrupt della UART nell'NVIC.



## Bluetooth

La comunicazione di tipo *wireless* è affidata al chip **EM9304** che implementa il protocollo BLE.

Quest'ultimo è collegato all'MCU attraverso SPI2.

La ricezione è stata implementata tramite *polling*.



# ! Problematiche affrontate



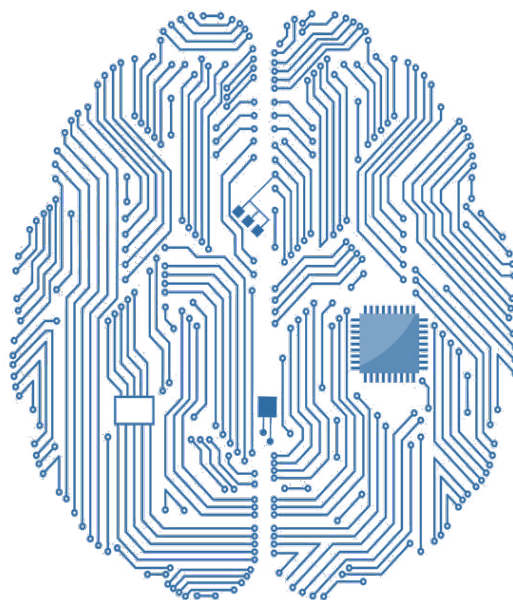
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

Configurazione componenti  
nel Firmware

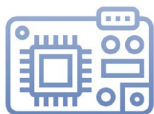
Comunicazione  
BLE

Troughput BLE  
Applicativo Matlab

Ricezione BLE



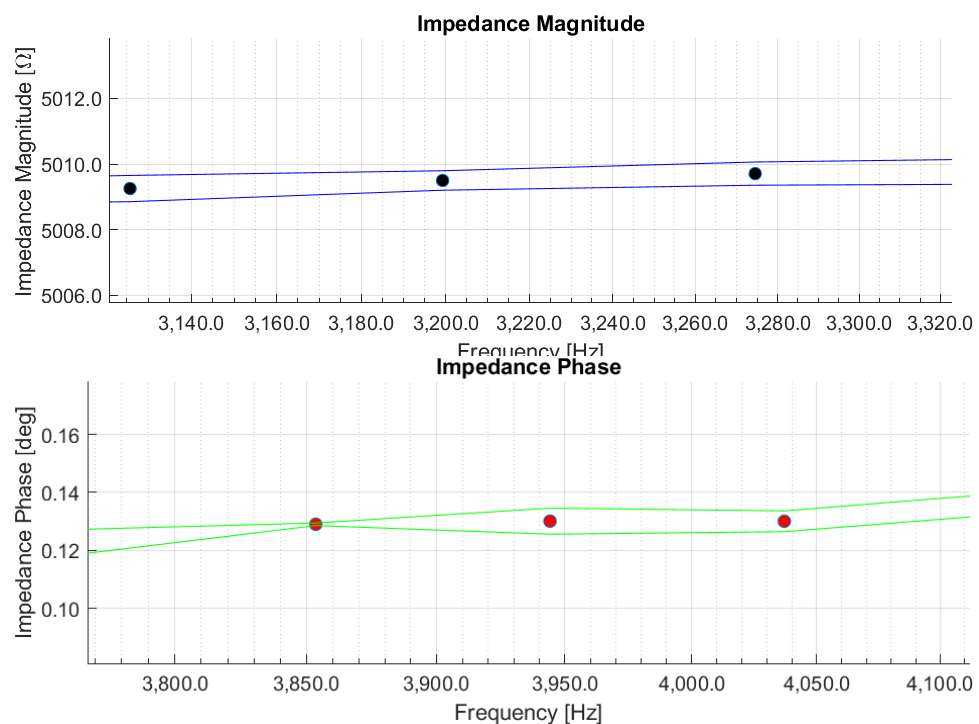
Accuracy della misura di impedenza



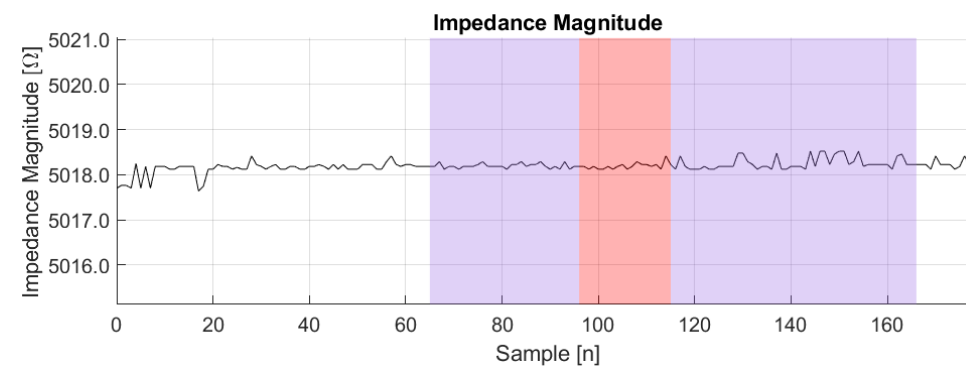
# ! Dati sessione di prove



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



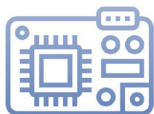
Frequency Sweep -> Full Data Plot



Single Frequency -> Full Data Plot

Sample	Frequency	Magnitude	Phase	Marker	Timestamp
0	10000	5.0174e+03	0.1950		15:39:50
1	10000	5.0174e+03	0.1931		15:39:50
2	10000	5.0174e+03	0.1931		15:39:50
3	10000	5.0174e+03	0.1931		15:39:51
4	10000	5.0175e+03	0.1938		15:39:51
5	10000	5.0175e+03	0.1938		15:39:51
6	10000	5.0174e+03	0.1950		15:39:51
7	10000	5.0179e+03	0.1984		15:39:51

Data Table





# Conclusioni e sviluppi futuri



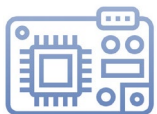
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



È stato sviluppato un Sistema in grado di effettuare la spettroscopia di bioimpedeza, implementando tutte le funzionalità richieste.



- Sviluppare l'Applicativo con un altro linguaggio in quanto Matlab App Designer, seppur offra una vasta gamma di funzioni, risulta poco performante in caso di elevata velocità in ricezione.
- Migliorare l'utilizzo del Bluetooth nel firmware.







Fine



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

Grazie per l'attenzione!

