

# Relazione Project Work

Autori : Tommaso Paolino,Pietro Marangon, Riccardo Palin,  
Vittoria Marella ,Carlo Gazzetta.

11/05/2022

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Metodologia</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Algoritmo</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Risultati</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>10</b>

## 1 Introduzione

La fotopletismografia si fonda sullo studio della diffusione dei raggi infrarossi nei tessuti per studiarne l'irrorazione. Si esegue mediante l'uso di un rilevatore periferico, da posizionare sui polpastrelli delle dita delle mani o dei piedi, comprendente una fotocellula e una sorgente luminosa. La fotocellula viene colpita da stimoli riflessi in rapporto al grado di vascolarizzazione del sistema esaminato. L'esame viene effettuato su tutte le dita degli arti superiori o inferiori. Con questa tecnologia si è quindi in grado di poter estrapolare il battito cardiaco di un individuo, analizzando quindi il risultato si può capire se quest'ultimo è in salute o meno. La frequenza cardiaca o battito cardiaco è la misura del numero di battiti del cuore in un minuto e la maggior parte della letteratura e delle associazioni mediche cita come valori normali quelli compresi tra 60 e 100 battiti al minuto a riposo, ovvero dopo essersi seduti e rilassati per almeno 10 minuti. Lo scopo dello studio presente è di calcolare i battiti cardiaci(bpm) di una persona, utilizzando un fotopletismografo(MITCH).

Sources: Wikipedia, healthy.thewom.it

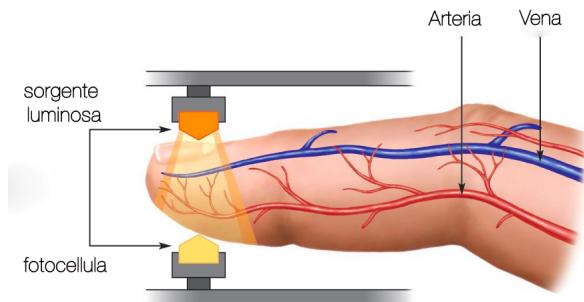


Figura 1: Funzionamento

## 2 Metodologia

Per effettuare la misurazione viene utilizzato il sensore MITCH in abbinamento con il fotopletismografo. Innanzitutto viene acceso il sensore tramite la pressione mantenuta sul pulsante per circa 3 secondi, successivamente si accenderà un led blu lampeggiante il quale indicherà la corretta accensione, in seguito si attiva il fotopletismografo tramite un ulteriore pressione di circa 1,5 secondi sullo stesso pulsante.

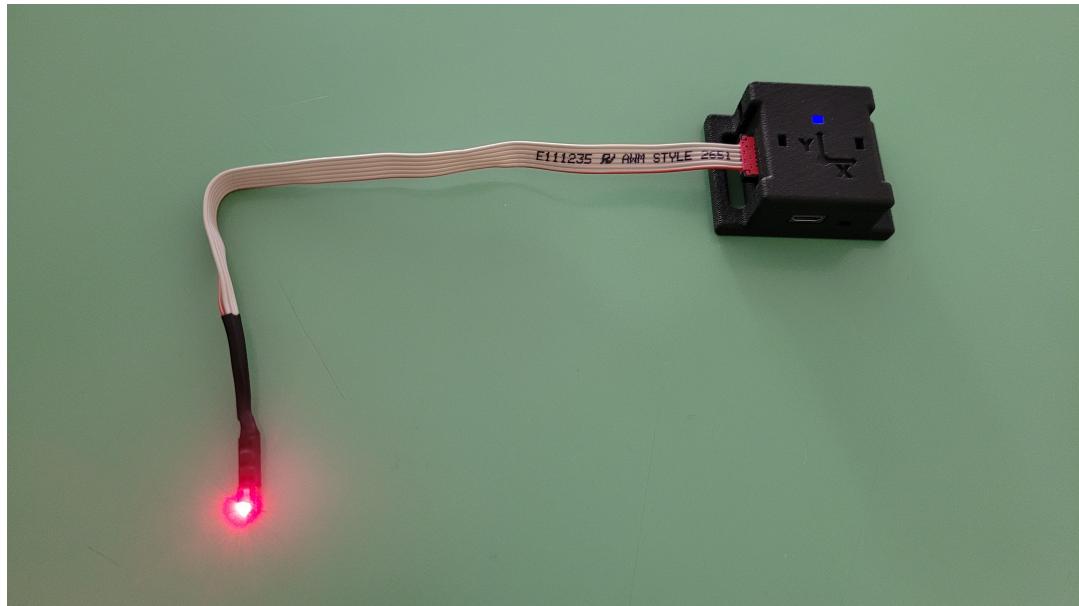


Figura 2: Accensione Mitch

A questo punto sono state effettuate le misurazioni a tutti i membri del gruppo, i quali a turno hanno appoggiato un dito della mano sul sensore per circa un minuto ciascuno, questo ha permesso di avere una visione più ampia della misurazione in quanto sono stati ottenuti più dati.

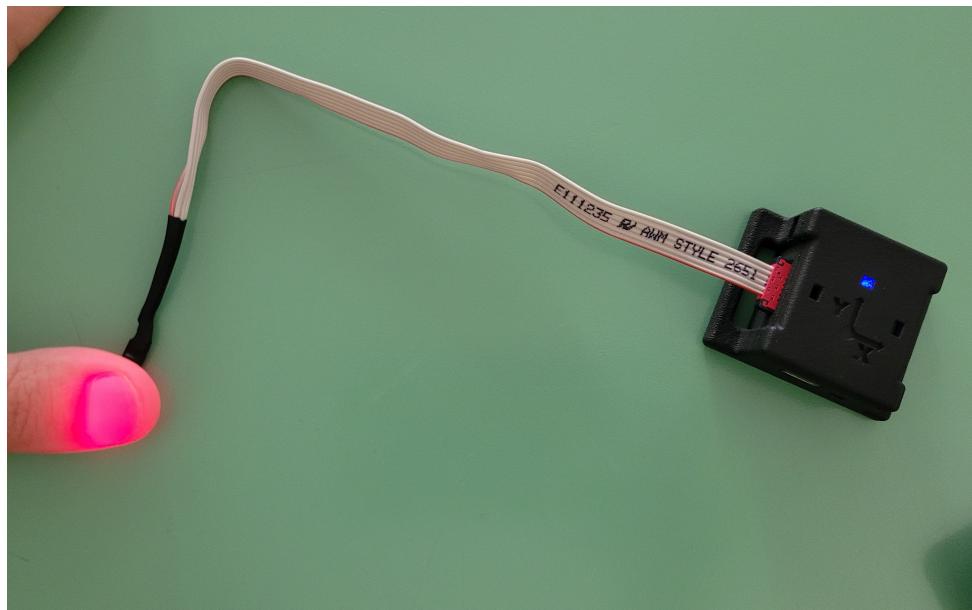


Figura 3: Rilevamento della frequenza cardiaca

Il sensore è stato successivamente collegato tramite bluetooth al computer per poter estrarre questi dati, tramite l'applicazione dedicata sono stati creati tanti file quanti i membri del gruppo con i corrispettivi dati che poi serviranno per l'analisi.

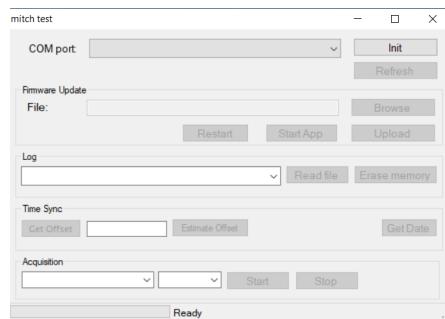


Figura 4: Programma utilizzato

### 3 Algoritmo

Abbiamo quindi creato un file in linguaggio di programmazione Python (Jupyter notebook) per poter quindi iniziare l'analisi dei dati appena raccolti e poterli paragonare fra di loro, innanzitutto si è creata una funzione in Python per poter aprire il file csv e crearne il rispettivo dataframe, le colonne di dati di nostro interesse sono:

- IR= Infrarossi
- Red=Laser
- tempo=Tempo
- frequenza di campionamento = 100hz

	Red	IR	Green	tempo
0	174966	190280	0	3.650
1	174803	192628	0	3.655
2	175420	196632	0	3.660
3	177522	202274	0	3.665
4	179955	208352	0	3.670
5	181272	212096	0	3.675
6	182186	213808	0	3.680
7	182792	215137	0	3.685
8	183372	216299	0	3.690

Figura 5: Dataframe da esaminare

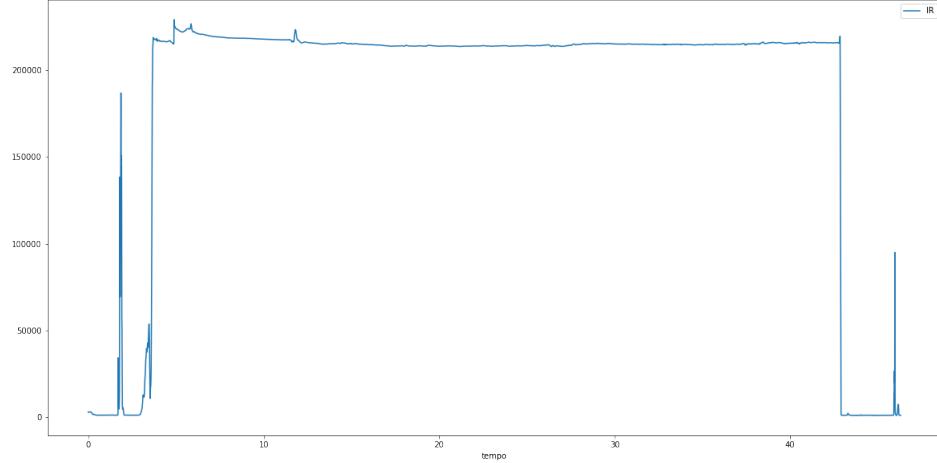


Figura 6: Segnale grezzo fotopletismografo a infrarossi

Successivamente si è analizzato il segnale grezzo per gli infrarossi e il laser, dato che vi era del rumore, si è eliminato con la seguente funzione:

```
def taglio(df):
    arr = []
    trovato = False
    partenza = 0
    for i in range(len(df)-1):
        #print(df.at[i+1, 'tempo'], df.at[i, 'tempo'])
        if((df.at[i+1, 'tempo'] - df.at[i, 'tempo'])>0.02):
            #print(df.at[i+1, 'tempo'], df.at[i, 'tempo'])
            arr.append(df[partenza:i])
            partenza = i
    fine = i
    arr.append(df[partenza:fine])
    return arr
```

Figura 7: Funzione per la separazione e il taglio del rumore

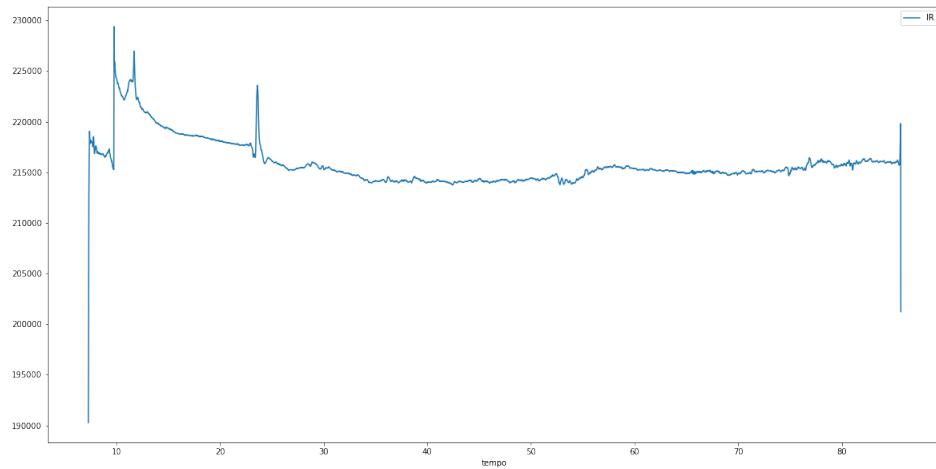


Figura 8: Rimozione rumore del segnale con il fotopletismografo a infrarossi

La funzione elimina le parti del segnale in cui il dito della persona non era ben posizionato sul sensore. Per quanto riguarda il filtraggio del segnale abbiamo utilizzato un filtro passa basso per 'lisciare' il segnale:

```

def filtraggio(df, inizio, fine, tipo):
    b,a = butter(2,4,'Lowpass',fs = 100)
    segnale_pulito = filtfilt(b,a, df[(df.tempo >= inizio)
                                         & (df.tempo <=fine)][tipo])
    return segnale_pulito

```

Figura 9: Funzione di filtraggio del segnale

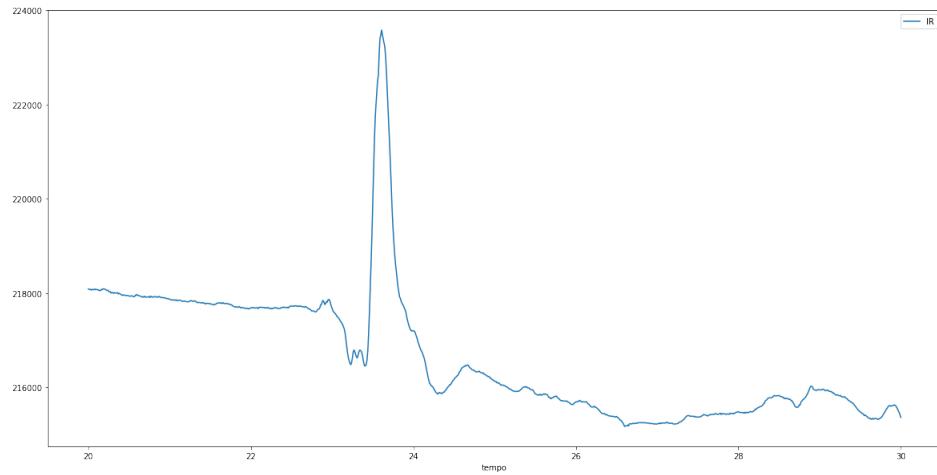


Figura 10: Segnale grezzo tra il 20esimo e 30esimo secondo (Infrarossi)

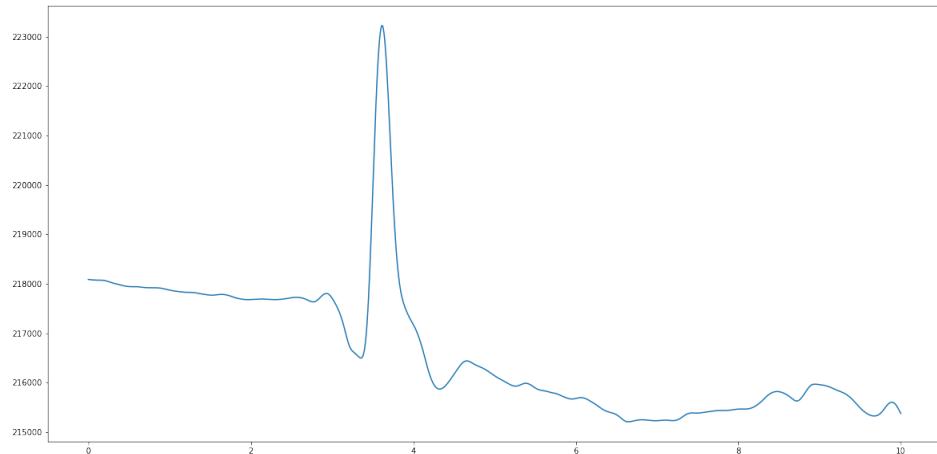


Figura 11: Segnale pulito tra il 20esimo e 30esimo secondo (Infrarossi)

Infine per rilevare e graficare i picchi, si utilizza una finestra di tempo, data dai parametri 'Inizio' e 'Fine', una volta dati, bisogna decidere se utilizzare gli infrarossi o il laser. Successivamente, trovati picchi, si calcola la distanza media tra questi:

- distanza media =  $\frac{1}{N} \sum_1^N (x_i - x_{i-1})$
- bpm =  $\frac{Fs}{Distance} * 60$

```
def graphpicchi(valori, inizio, fine, tipo):
    segnale_pulito = filtraggio(valori, inizio, fine, tipo)

    picchi = find_peaks(segnale_pulito, distance=45)[0]
    plt.figure(figsize=(20,10))

    plt.plot(np.arange(len(segnale_pulito))*1/100, segnale_pulito)
    plt.scatter([i/100 for i in picchi], [segnale_pulito[i] for i in picchi], color = 'red')

    print(round(100/(picchi[1:len(picchi)])- picchi[0:len(picchi)-1]).mean()*60,2, 'bpm')
```

Figura 12: Funzione per trovare i picchi all'interno della finestra temporale

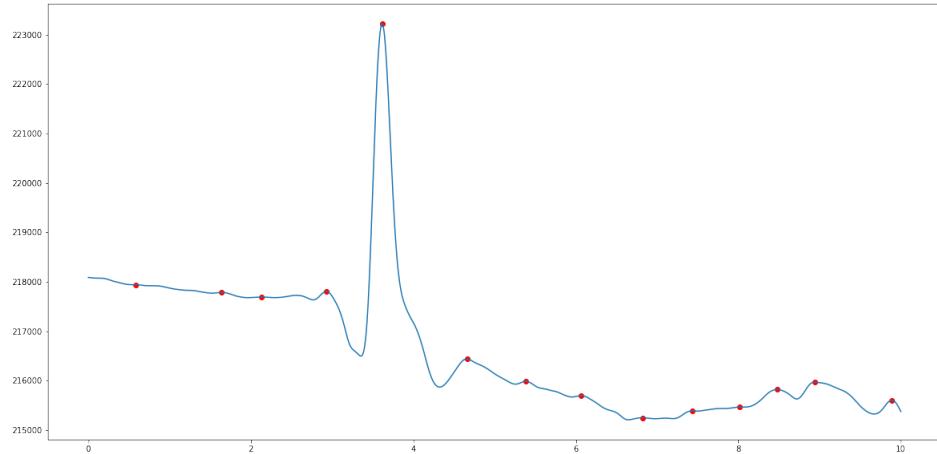


Figura 13: Segnale pulito tra il 20esimo e 30esimo secondo (Infrarossi)

## 4 Risultati

Per i risultati è stata presa una finestra temporale di 10 secondi e si sono evidenziati i picchi per poter creare i due seguenti grafici, il primo realizzato utilizzando gli infrarossi ed il secondo tramite il laser.

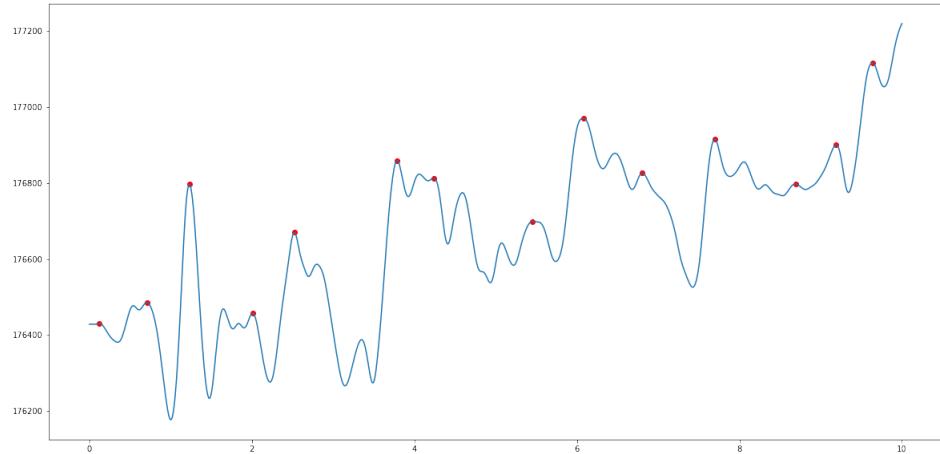


Figura 14: Segnale pulito con picchi evidenziati tra il 35esimo e 45esimo secondo (Laser) - 82 bpm

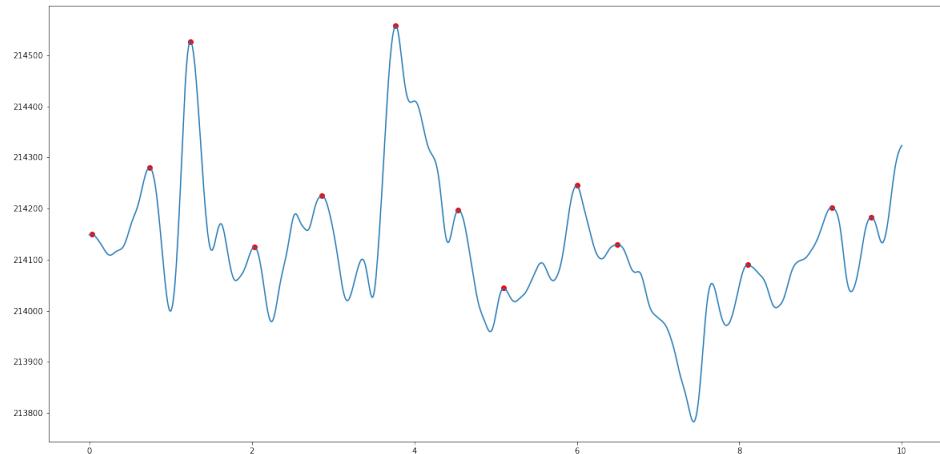


Figura 15: Segnale pulito con picchi evidenziati tra il 35esimo e 45esimo secondo (Infrarossi) - 75bpm

La prima differenza che si può notare è che il grafico relativo al laser presenta un picco in più ma a per il resto i due grafici sono molto simili, un'altra analisi che si può fare tramite questi dati è una stima del battito cardiaco al minuto della persona del gruppo su cui è stato effettuato il test che è pari a 82 BPM per il laser contro i 75 BPM dell'infrarossi entrambi dati sono perfettamente nella media per una persona sana i cui battiti dovrebbero variare tra i 60 ed i 100 BPM.

## 5 Conclusioni

Il sensore MITCH in abbinamento con il fotopletismografo è risultato efficace nell'estrapolazione dei dati relativi al battito cardiaco attraverso la tecnologia ad infrarossi e laser. Previa raffinazione dei dati e rimozione del rumore attraverso le funzioni sopra citate è possibile osservare i picchi che determinano il battito del cuore, il che consente di ricavare il battito cardiaco di ogni individuo analizzato tramite questa tecnologia.

[2] [1]

## Riferimenti bibliografici

- [1] Dr. Roberto Gindro. Frequenza cardiaca, normale a riposo e massima.  
<https://healthy.thewom.it/esami-e-analisi/frequenza-cardiaca/#:~:text=La%20frequenza%20cardiaca%20%C3%A8%20la,rilassati%20per%20almeno%2010%20minuti>, 2022.
- [2] Wikipedia. Photoplethysmogram — Wikipedia, the free encyclopedia.  
<http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Photoplethysmogram&oldid=1061096796>, 2022.