

# Trabajo práctico 2 : **bit**alinea

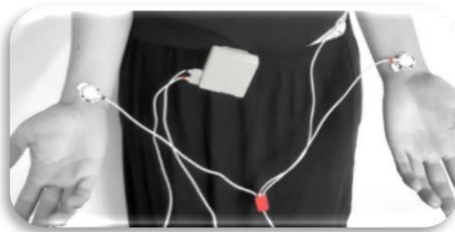
Sistemas de información para Teleasistencia y Atención Remota



ELECTROMIOGRAFÍA  
(EMG)



ELECTROENCEFALOGRAFÍA  
(EEG)



ELECTROCARDIOGRAFÍA (ECG)

Paula Poley Ceballos

4º ISA

# Contenido

1. Introducción .....	3
2. Electrocardiografía (ECG) .....	3
2.1 Estado de reposo .....	3
Derivación I de Einthoven.....	3
Derivación Einthoven II.....	4
Derivación Einthoven III.....	4
• Métricas.....	5
2.2 Estado de actividad moderada .....	6
Derivación I de Einthoven: .....	6
Derivación II de Einthoven: .....	7
Derivación III de Einthoven: .....	8
• Métricas.....	9
2.3 Estado de actividad intensa.....	10
Derivación I de Einthoven: .....	10
Derivación II de Einthoven: .....	12
Derivación III de Einthoven: .....	13
• Métricas.....	14
3. Electroencefalografía (EEG).....	15
3.1 Estado de reposo .....	15
3.2 Estado de atención focalizada .....	15
Métricas.....	16
4. Electromiografía (EMG) .....	17
4.1 Músculo inactivo .....	17
4.2 Músculo en Activo (Cogiendo un peso pequeño y luego cogiendo más peso) .....	17
Métricas.....	18
5. Configuración de la app.....	19

## 1. Introducción

En este segundo proyecto, hemos llevado a cabo mediciones y recopilación de datos utilizando diversas técnicas de monitoreo fisiológico, como la electrocardiografía (ECG), electroencefalografía (EEG) y electromiografía (EMG).

Estas técnicas nos permitieron obtener información detallada y precisa sobre la actividad cardíaca, cerebral y muscular.

Para llevar a cabo estas mediciones, contamos con materiales especializados como el BITalino (r)evolution Assembled Core BT, sensores y electrodos autoadhesivos, los cuales nos han facilitado la captura de las señales fisiológicas de interés. Además, hemos utilizado la aplicación OpenSignals (r)evolution una herramienta versátil que nos ha permitido recoger y visualizar los datos obtenidos de manera eficiente.

## 2. Electrocardiografía (ECG)

En esa práctica se midió la actividad cardíaca, específicamente la frecuencia cardíaca.

La frecuencia cardíaca es un parámetro fundamental en el análisis de la electrocardiografía (ECG). Se refiere al ritmo al que el corazón late, es decir, el número de veces que el corazón se contrae y se relaja en un período de tiempo determinado, generalmente expresado en latidos por minuto (LPM).

La medición precisa de la frecuencia cardíaca en un ECG es crucial para evaluar la salud del corazón y detectar posibles anomalías. Durante el registro de ECG, los electrodos colocados en el cuerpo capturan las señales eléctricas generadas por el corazón. Estas señales son amplificadas y registradas en el trazado del ECG.

Se analizó la variación de la frecuencia cardíaca en diferentes estados fisiológicos y de actividad. Los estados que se estudiaron fueron los siguientes:

### 2.1 Estado de reposo

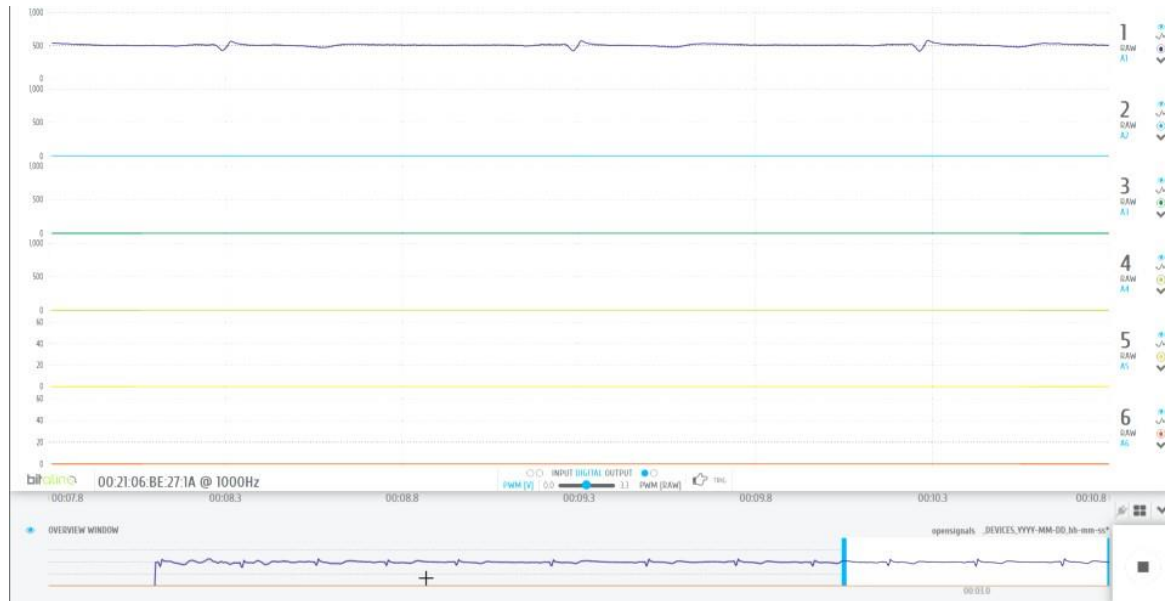
En ese estado, se midió la frecuencia cardíaca en un estado de reposo. Me mantuve en un estado de calma y relajación, sin llevar a cabo ninguna actividad física o mentalmente exigente. Simplemente estuve sentada de manera cómoda en la silla de clase, lo que permitió obtener una referencia precisa de la frecuencia cardíaca basal en condiciones de descanso.

Esta medición inicial es fundamental para establecer el punto de partida y tener una base sólida en la evaluación de la frecuencia cardíaca en situaciones posteriores de mayor actividad o estrés.

#### Derivación I de Einthoven

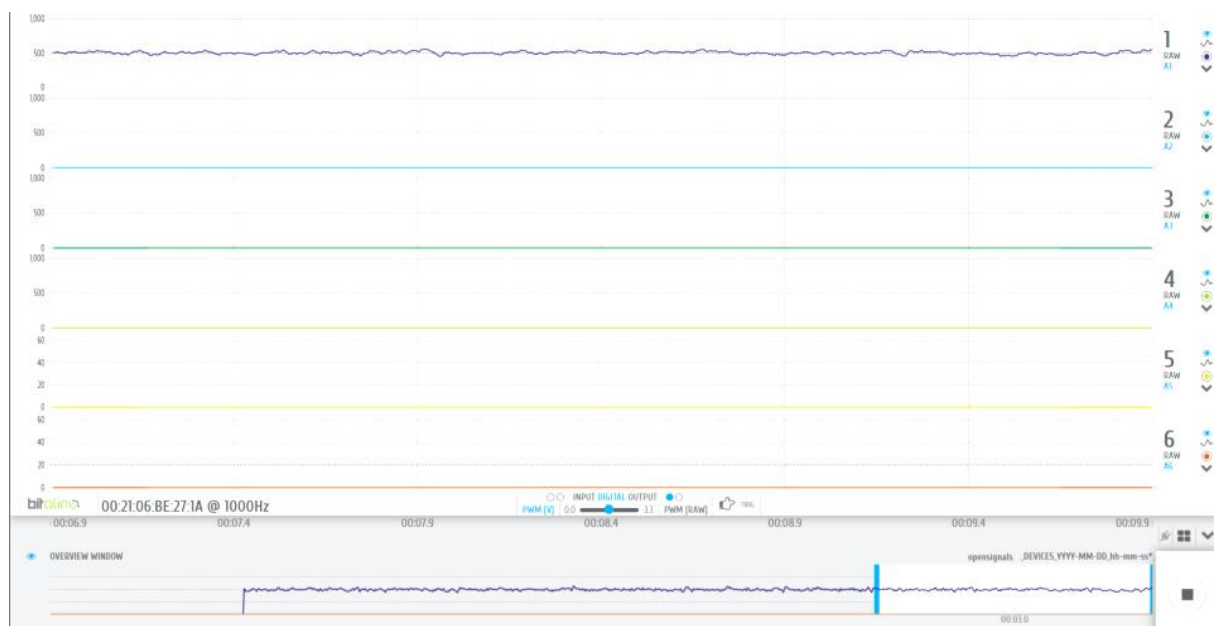
En la derivación I de Einthoven (una de las tres derivaciones estándar utilizadas en el electrocardiograma (ECG)), se realiza la colocación de dos electrodos en el cuerpo del paciente.

El electrodo IN+ se ubica en la clavícula derecha, mientras que el electrodo IN- se coloca en la clavícula izquierda. Además, se establece el electrodo REF en la cresta ilíaca, que actúa como punto de referencia o conexión a tierra.



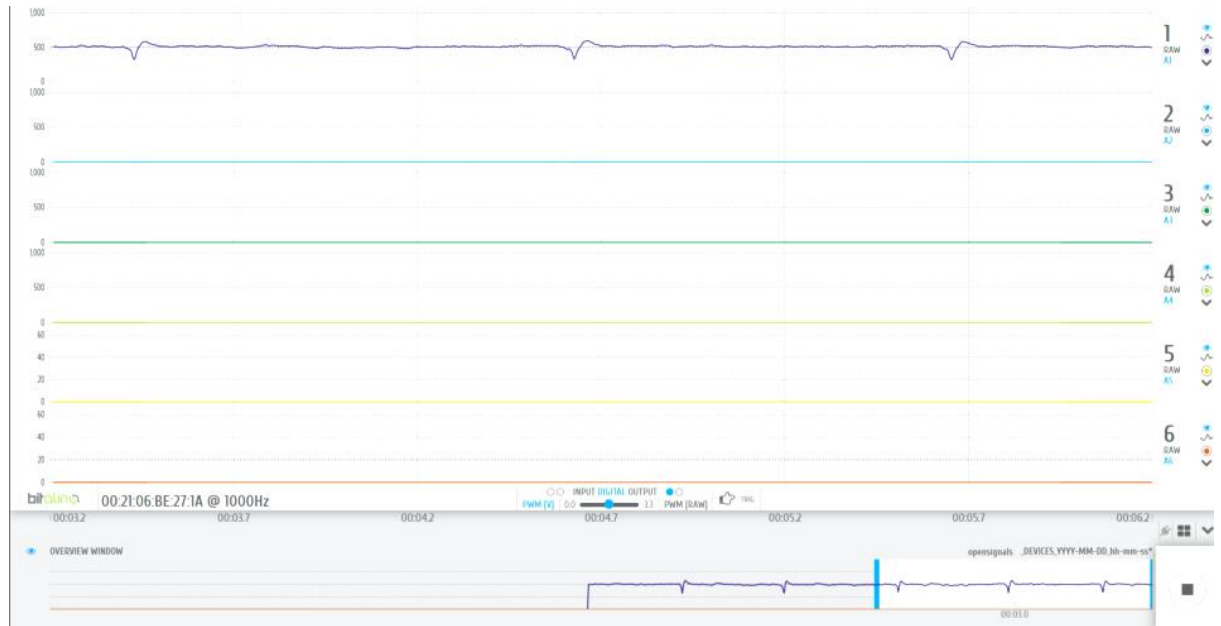
### Derivación Einthoven II

En el caso de la derivación Einthoven II, se intercambian los electrodos positivos (rojo) y de referencia (blanco) entre sí. Esto significa que el electrodo positivo (rojo) se coloca en la posición donde originalmente estaba el electrodo de referencia (blanco), y viceversa.



### Derivación Einthoven III

En cuanto a la derivación Einthoven III, se realiza un intercambio entre los electrodos negativos (negro) y de referencia (blanco) de la configuración de la derivación II. Es decir, el electrodo negativo (negro) se coloca en la posición donde originalmente estaba el electrodo de referencia (blanco), y el electrodo de referencia (blanco) se coloca en la posición donde estaba el electrodo negativo (negro).



- **Métricas**

**Frecuencia cardíaca (FC) en reposo:** La frecuencia cardíaca se refiere al número de latidos del corazón por minuto. Para calcular esta métrica, es necesario contar los picos R o los complejos QRS durante un período de tiempo específico. Al contar los picos y dividirlos por el tiempo transcurrido, se puede estimar la frecuencia cardíaca en estado de reposo.

Dado que las tres derivaciones son aproximadamente similares, tomaré la derivación I de Einthoven como ilustración para realizar los cálculos.

En base a la captura de pantalla de la derivación I de Einthoven, se identifican 12 picos R durante un período de 9 segundos. Utilizando esta información, podemos estimar la frecuencia cardíaca en estado de reposo.

Aplicando la fórmula de cálculo de frecuencia cardíaca:

$$\text{Frecuencia cardíaca} = (12 / 9) * 60 = 80 \text{ latidos por minuto}$$

Por lo tanto, basándonos en esta estimación, la frecuencia cardíaca en estado de reposo sería de aproximadamente 80 latidos por minuto en la derivación I de Einthoven. Esta es una aproximación basada en los datos disponibles, un análisis más preciso requeriría el acceso a los datos en bruto del electrocardiograma.

**Ritmo cardíaco:** Se examina si hay un patrón regular y uniforme en las gráficas. Se observa la regularidad de los intervalos R-R en las derivaciones, si los picos tienen una forma consistente y si hay una secuencia regular de picos.

En las tres derivaciones, se verifica que el ritmo cardíaco en estado de reposo se manifiesta de forma homogénea y constante, tal como se puede apreciar en las representaciones gráficas.

**Amplitud de las ondas:** Se calcula midiendo la diferencia entre los valores máximos y mínimos de cada onda (P, QRS y T) en las derivaciones. Se toma en cuenta la magnitud de la señal eléctrica registrada en la gráfica y se mide en unidades de voltaje. Para determinar la amplitud, se selecciona el punto más alto de la onda (pico) y se resta el punto más bajo (valle).

En reposo, la amplitud de las ondas es moderada y simétrica, lo que indica un ritmo cardíaco estable. La amplitud de las ondas es mínima, ya que no se requiere un esfuerzo muscular significativo y el movimiento del cuerpo es limitado.

## 2.2 Estado de actividad moderada

En ese estado, se midió la frecuencia cardíaca durante una actividad física de intensidad moderada. Me puse a caminar a paso ligero por la clase. Se buscó analizar cómo respondía el corazón a un esfuerzo físico suave, que requería un aumento gradual de la frecuencia cardíaca.

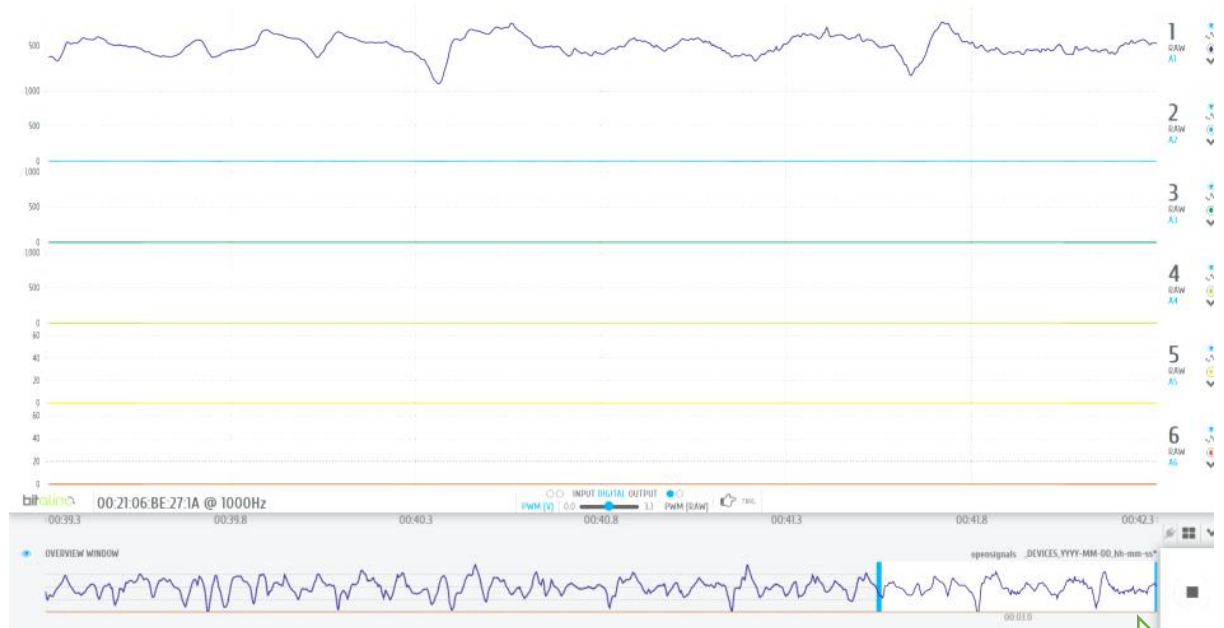
Al caminar a un ritmo cómodo pero activo, se estimuló el sistema cardiovascular y se observó cómo se adaptaba el corazón a esta demanda física.

Derivación I de Einthoven:



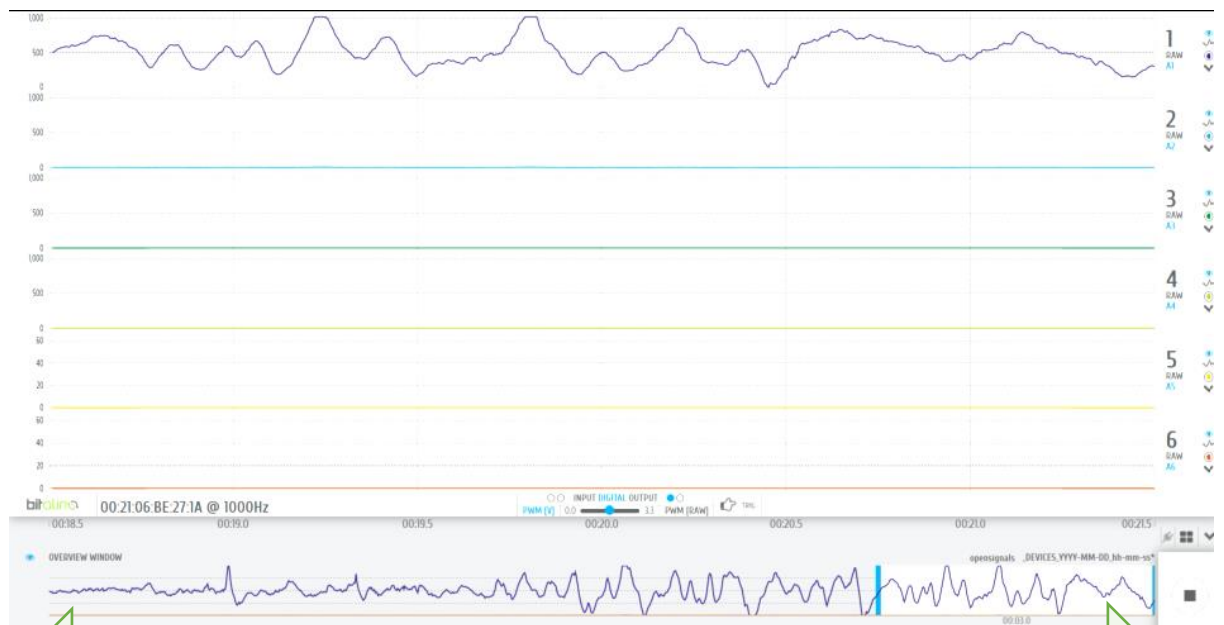
Reposo (sentada en silla)

Actividad moderada (andar por la clase)



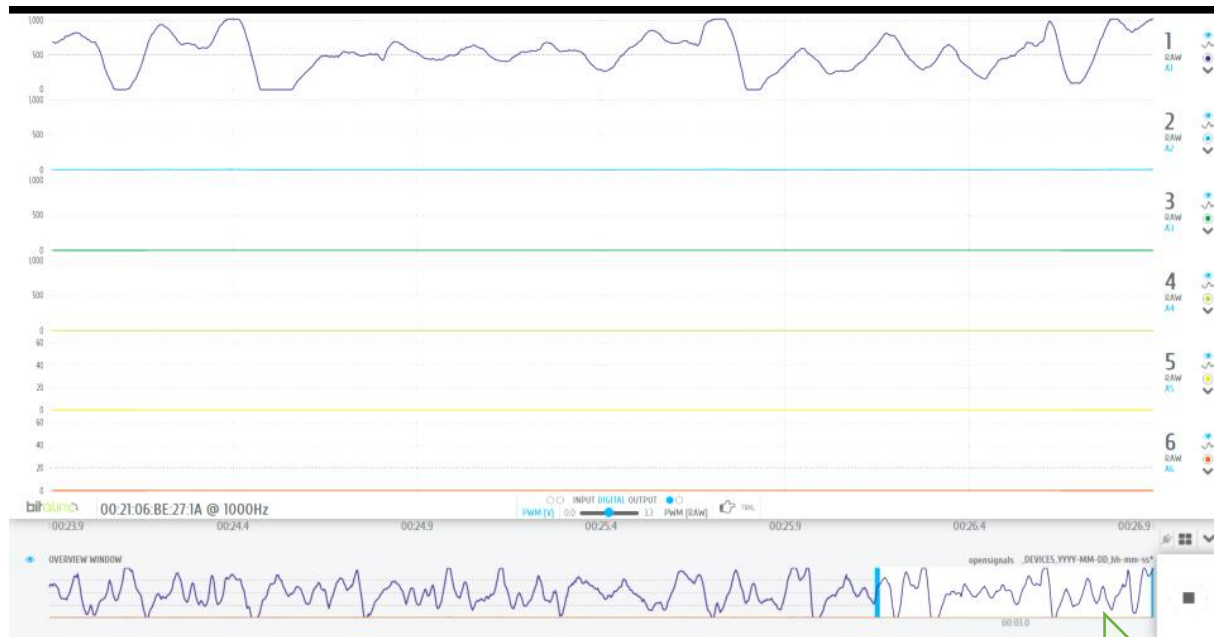
Actividad moderada (me levanto de la silla y me pongo a andar)

Derivación II de Einthoven:



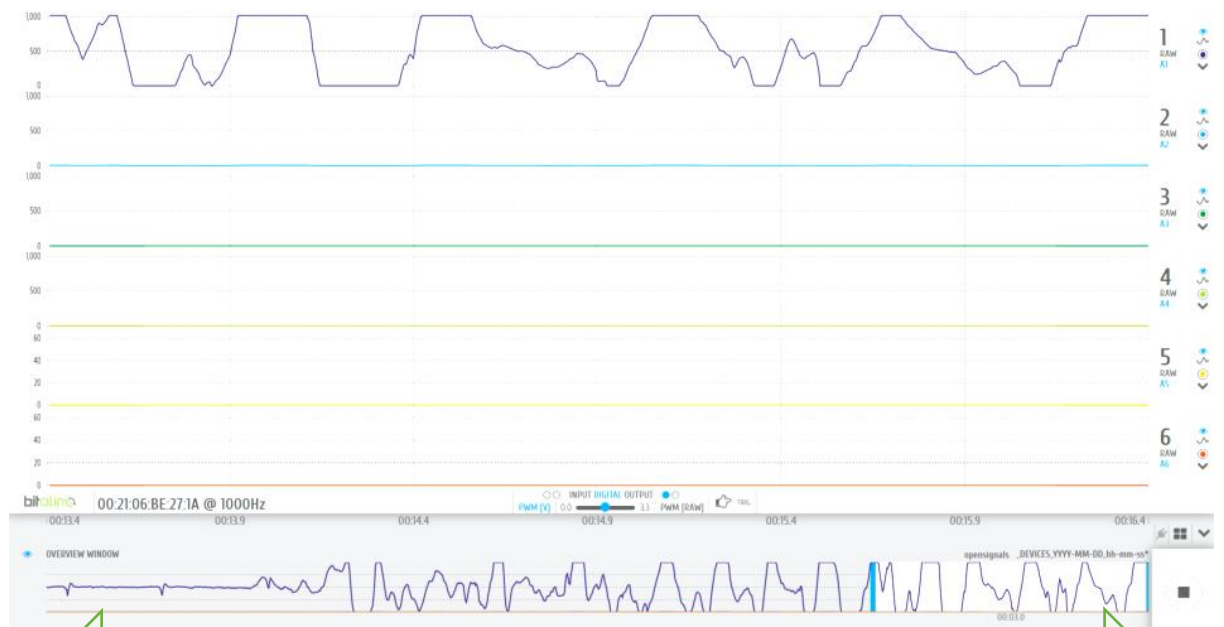
Reposo

Actividad moderada (me levanto de la silla y me pongo a andar)



Actividad moderada (me levanto de la silla y me pongo a andar)

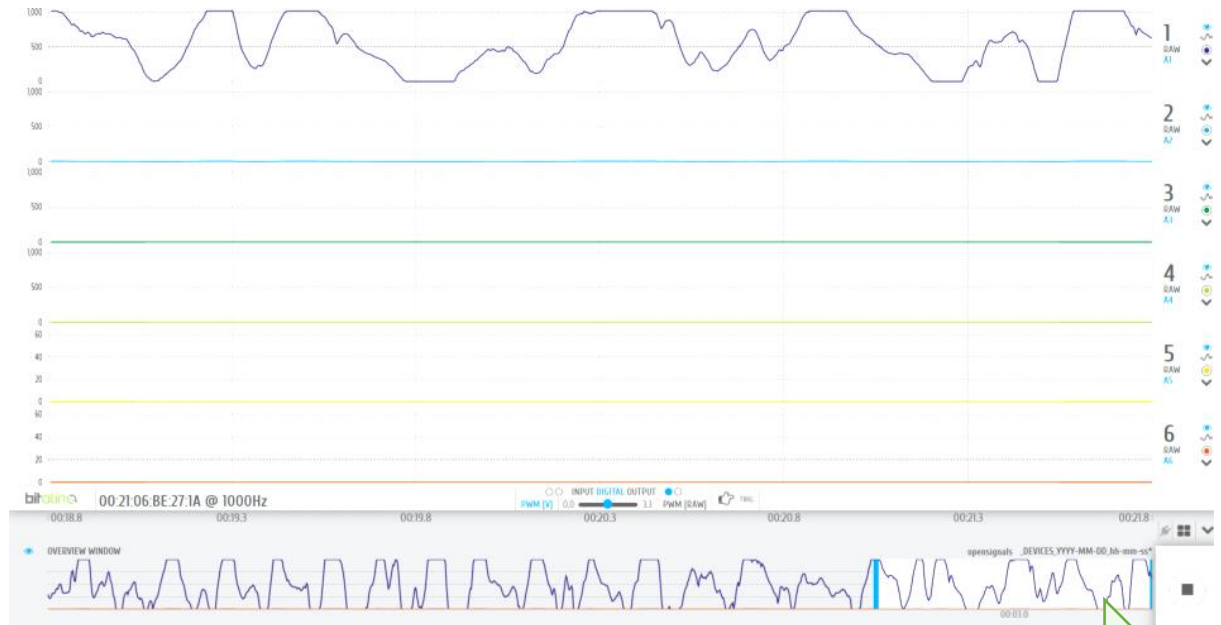
Derivación III de Einthoven:



Reposo

Actividad moderada (me levanto de la silla y me pongo a andar)





Actividad moderada (me levanto de la silla y me pongo a andar)

- **Métricas**

**Frecuencia cardíaca (FC) durante la actividad:** Tomaré la derivación I de Einthoven como ilustración para realizar los cálculos.

En base a la captura de pantalla de la derivación I de Einthoven, se identifican 18 picos R durante un período de 9 segundos. Utilizando esta información, podemos estimar la frecuencia cardíaca en estado de reposo.

Aplicando la fórmula de cálculo de frecuencia cardíaca:

$$\text{Frecuencia cardíaca} = (18 / 9) * 60 = 120 \text{ latidos por minuto}$$

Por lo tanto, basándonos en esta estimación, la frecuencia cardíaca en estado de actividad moderada sería de aproximadamente 120 latidos por minuto en la derivación I de Einthoven. La frecuencia cardíaca aumenta proporcionalmente a la intensidad del ejercicio.

**Ritmo cardíaco:** Se examina si hay un patrón regular y uniforme en las gráficas. Se observa la regularidad de los intervalos R-R en las derivaciones, si los picos tienen una forma consistente y si hay una secuencia regular de picos.

En las tres derivaciones, se verifica que el ritmo cardíaco en estado de actividad moderada es más rápido que en estado de reposo, pero aún se manifiesta de forma homogénea y constante, tal como se puede apreciar en las representaciones gráficas.

**Amplitud de las ondas:** Se calcula midiendo la diferencia entre los valores máximos y mínimos de cada onda (P, QRS y T) en las derivaciones. Se toma en cuenta la magnitud de la señal eléctrica registrada en la gráfica y se mide en unidades de

voltaje. Para determinar la amplitud, se selecciona el punto más alto de la onda (pico) y se resta el punto más bajo (valle).

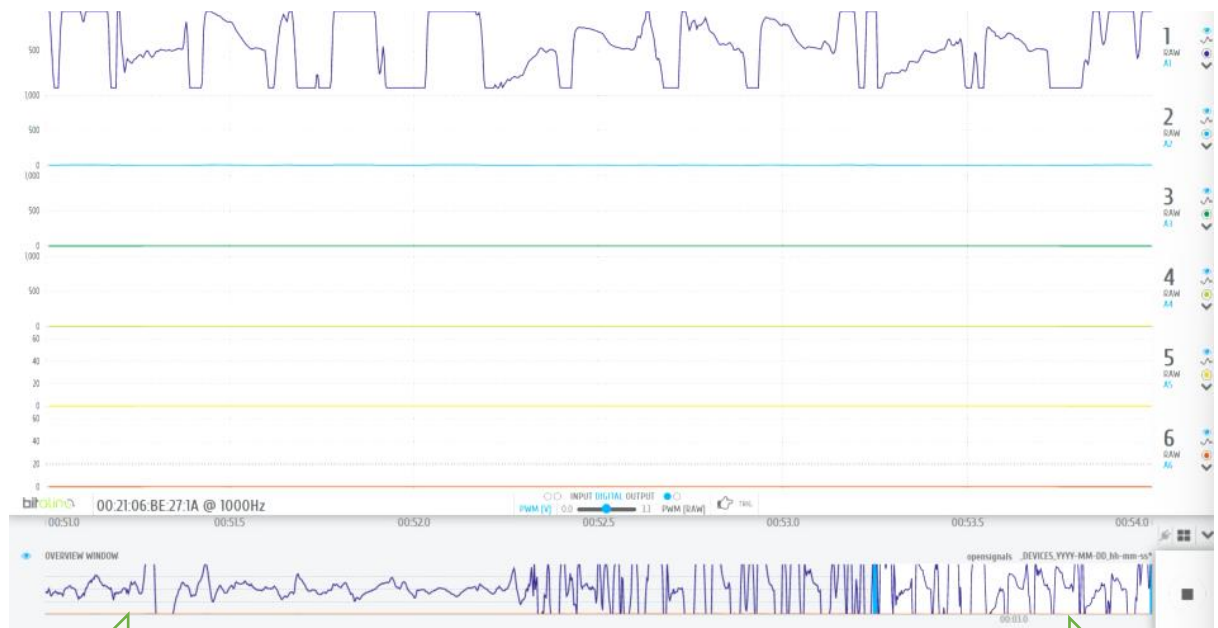
En actividad moderada (andar) , las ondas de amplitud son mayores debido al esfuerzo muscular y al mayor desplazamiento de las extremidades. En comparación, durante el estado de reposo sentado en una silla, las ondas de amplitud serán más pequeñas debido a la relajación muscular y al movimiento limitado del cuerpo.

### 2.3 Estado de actividad intensa

En ese estado, se midió la frecuencia cardíaca durante una actividad física intensa. En mi caso, me puse a hacer burpees en medio de la clase. También se podrían considerar otras actividades como correr, hacer ejercicio vigoroso o participar en deportes de alta exigencia.

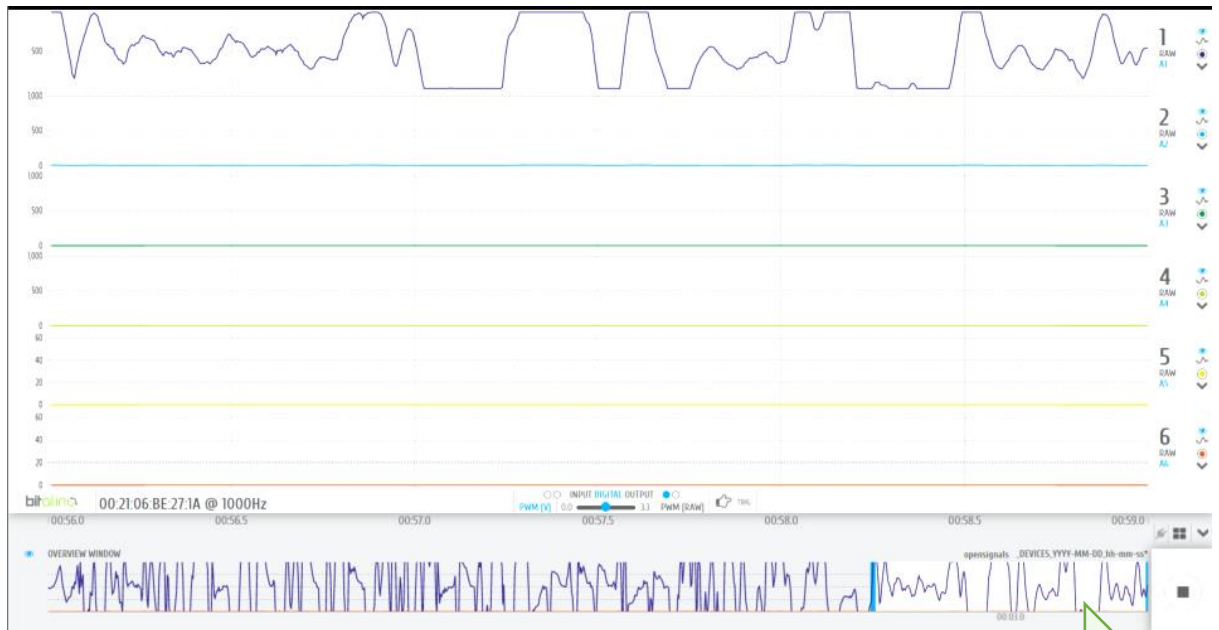
De esta manera, se observó la respuesta del corazón ante un esfuerzo físico significativo, que provocó un incremento notable en la frecuencia cardíaca para satisfacer las demandas metabólicas del cuerpo.

Derivación I de Einthoven:

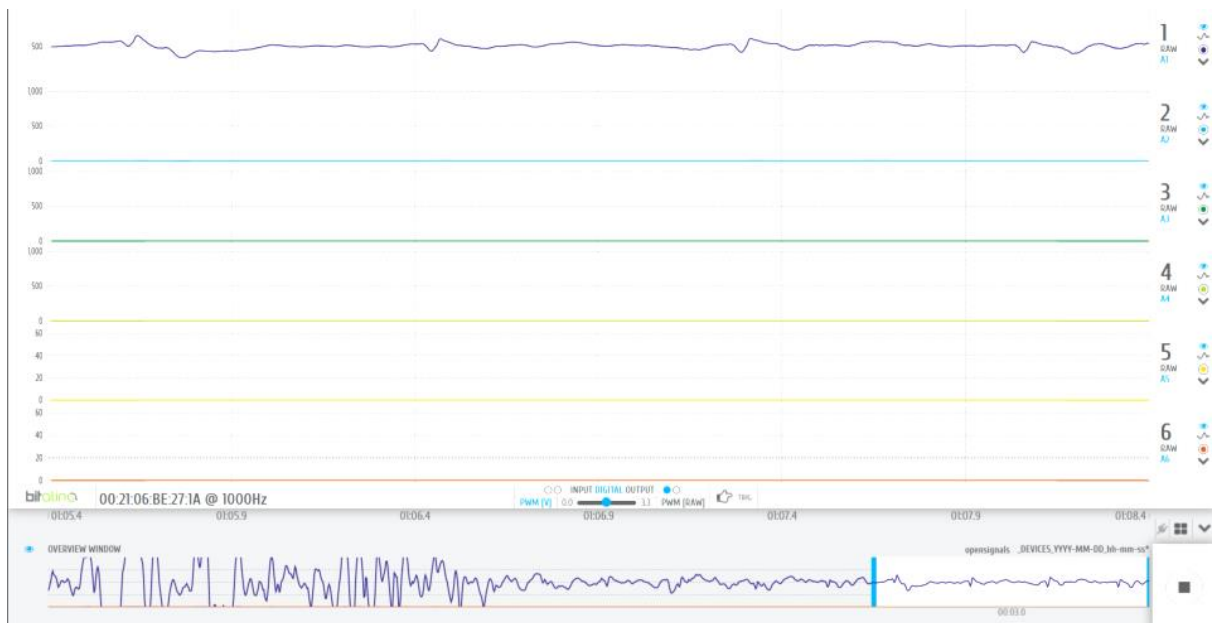


Actividad moderada (estoy  
andando)

Actividad intensa (hago burpees)



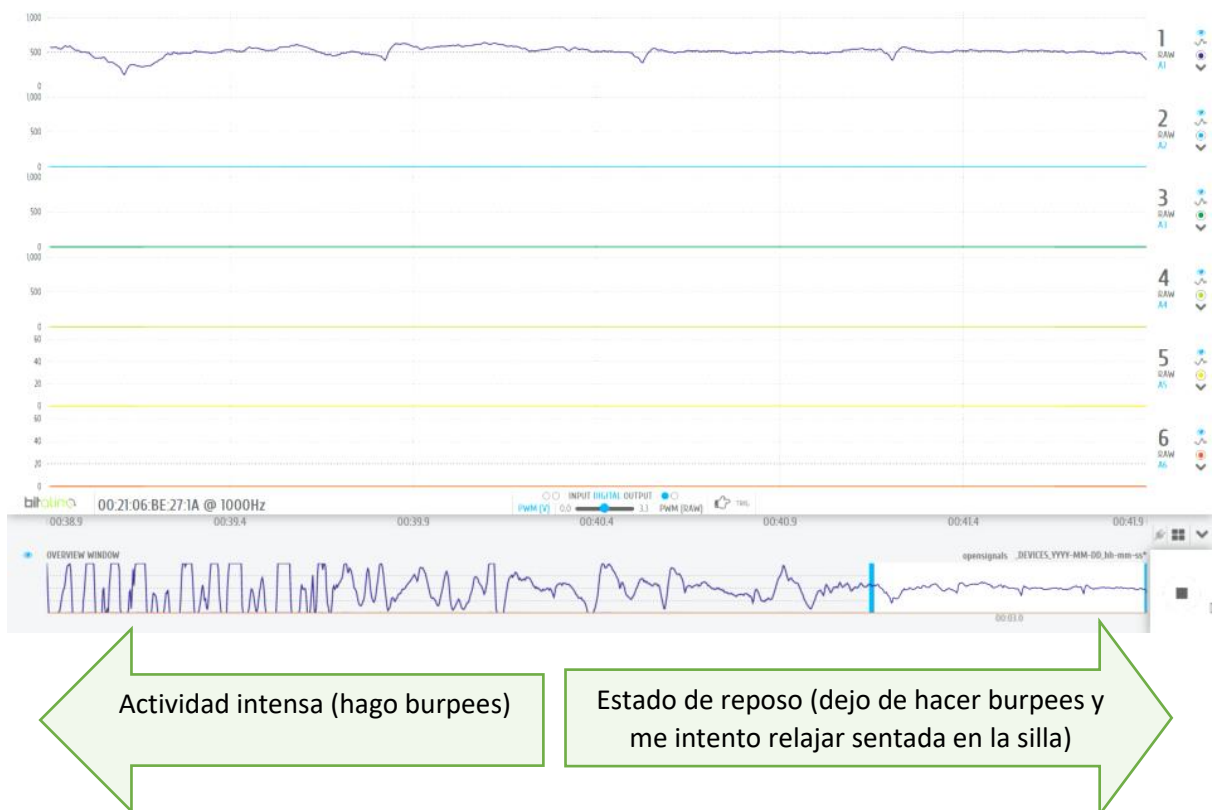
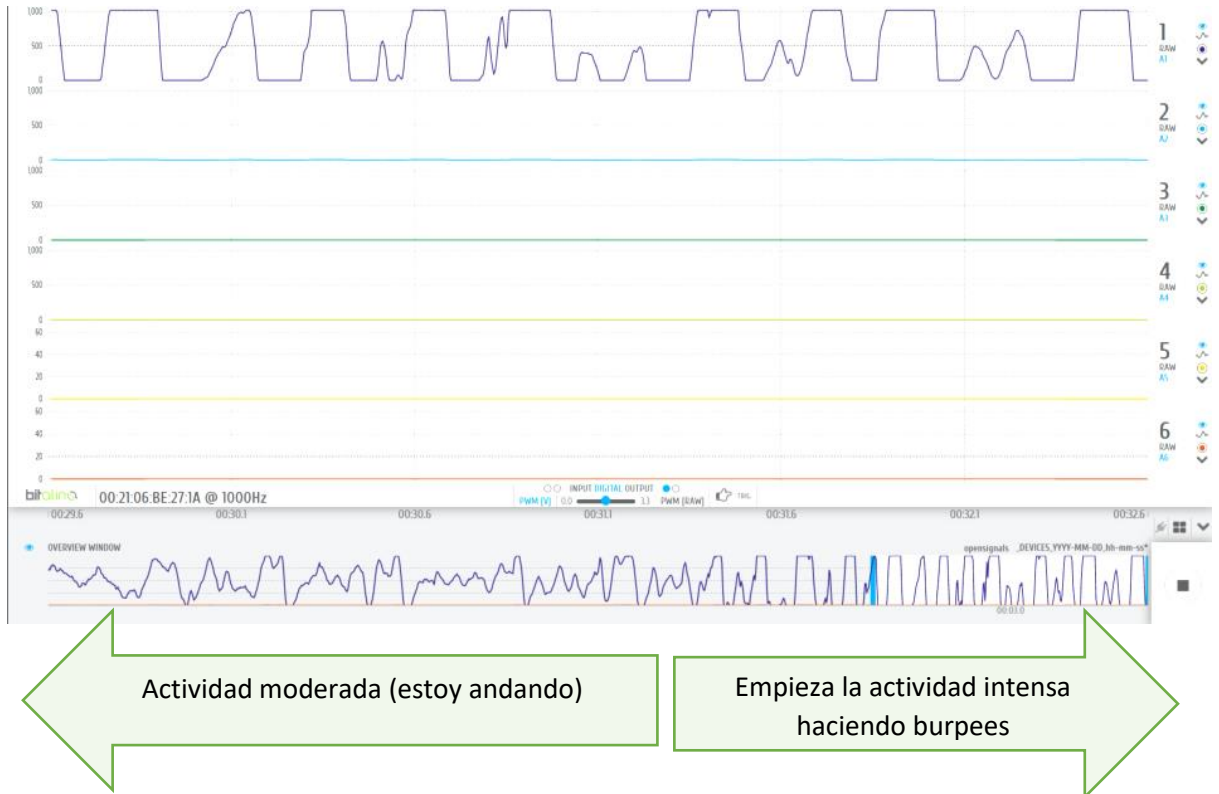
Actividad intensa (hago burpees)



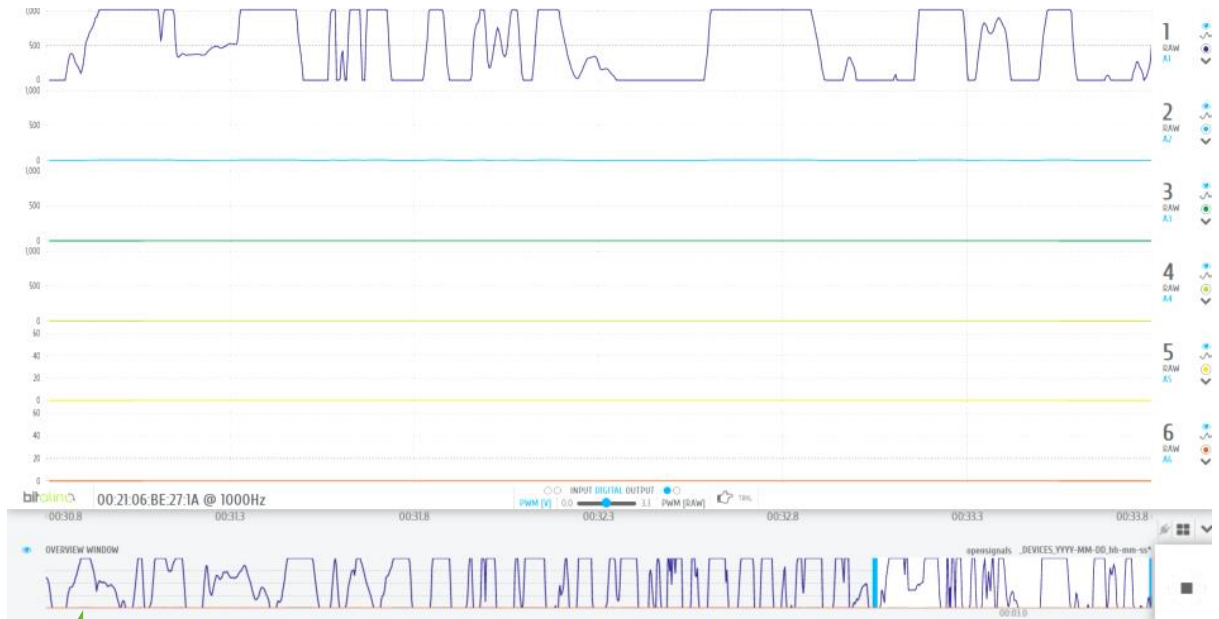
Actividad intensa (hago burpees)

Estado de reposo (dejo de hacer burpees y me intento relajar sentada en la silla)

## Derivación II de Einthoven:

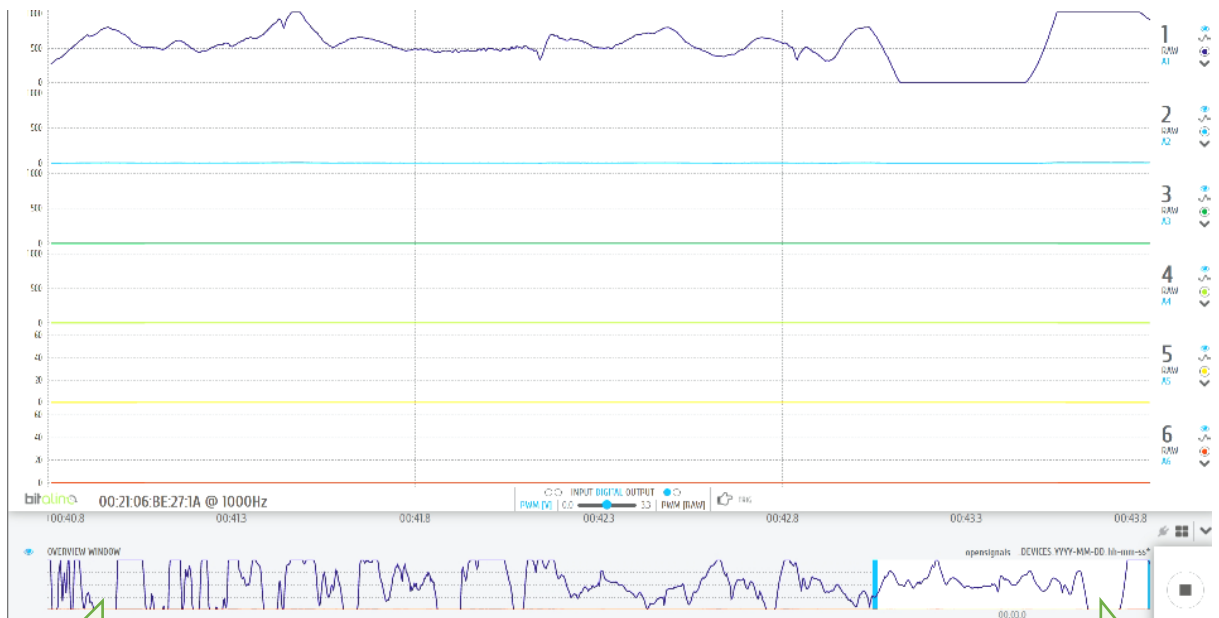


### Derivación III de Einthoven:



Actividad moderada (andando)

Empieza la actividad intensa haciendo burpees



Actividad intensa (hago burpees)

Estado de reposo (dejo de hacer burpees y me intento relajar sentada en la silla)

- **Métricas**

**Frecuencia cardíaca (FC) durante la actividad intensa:** Tomaré la derivación I de Einthoven como ilustración para realizar los cálculos.

En base a la captura de pantalla de la derivación I de Einthoven, se identifican 9 picos R durante un período de 3 segundos. Utilizando esta información, podemos estimar la frecuencia cardíaca en estado de actividad intensa.

Aplicando la fórmula de cálculo de frecuencia cardíaca:

$$\text{Frecuencia cardíaca} = (9 / 3) * 60 = 180 \text{ latidos por minuto}$$

Por lo tanto, basándonos en esta estimación, la frecuencia cardíaca en estado de actividad intensa sería de aproximadamente 180 latidos por minuto en la derivación I de Einthoven. La frecuencia cardíaca aumenta proporcionalmente a la intensidad del ejercicio.

**Ritmo cardíaco:** Se examina si hay un patrón regular y uniforme en las gráficas. Se observa la regularidad de los intervalos R-R en las derivaciones, si los picos tienen una forma consistente y si hay una secuencia regular de picos.

En las tres derivaciones, se verifica que el ritmo cardíaco en estado de actividad intensa se vuelve más irregular. El ritmo cardíaco aumenta significativamente, ya que el corazón bombea más sangre para suministrar oxígeno y nutrientes a los músculos activos, y para eliminar los productos de desecho generados durante el ejercicio.

**Amplitud de las ondas:** Se calcula midiendo la diferencia entre los valores máximos y mínimos de cada onda (P, QRS y T) en las derivaciones. Se toma en cuenta la magnitud de la señal eléctrica registrada en la gráfica y se mide en unidades de voltaje. Para determinar la amplitud, se selecciona el punto más alto de la onda (pico) y se resta el punto más bajo (valle).

Durante la actividad intensa como hacer burpees, la amplitud de las ondas aumenta en comparación con el estado de reposo y la actividad moderada como andar en la clase. Esto se debe al mayor esfuerzo del corazón durante el ejercicio intenso, lo que resulta en una mayor fuerza de contracción ventricular y una mayor amplitud en las ondas del ECG.

### **Resumiendo**

En una gráfica de electrocardiografía (ECG), se pueden identificar diferentes estados del corazón.

En reposo, la frecuencia cardíaca es baja y constante, y el ritmo cardíaco es regular.

En la actividad moderada, la frecuencia cardíaca aumenta y hay cambios en la forma de las ondas del ECG.

En la actividad intensa, la frecuencia cardíaca es aún más alta y las ondas están distorsionadas.

### 3. Electroencefalografía (EEG)

En esta práctica se midió la actividad cerebral utilizando la técnica de electroencefalografía (EEG).

El EEG registra la actividad eléctrica del cerebro mediante la colocación de electrodos en el cuero cabelludo. Estos electrodos detectan y registran las señales eléctricas generadas por las neuronas en el cerebro.

El EEG es una herramienta importante en el estudio de la actividad cerebral y proporciona información sobre el funcionamiento del sistema nervioso central. Una de las principales aplicaciones del EEG es el análisis de los diferentes estados de conciencia y las características de las ondas cerebrales asociadas a ellos.

Durante la práctica, se analizó la variación de las ondas cerebrales en diferentes estados fisiológicos y cognitivos. Los estados que se estudiaron fueron los siguientes:

#### 3.1 Estado de reposo

Se registró una línea de base de la señal con poco ruido y sin movimientos, es decir, respiración normal, sin movimientos oculares con los ojos cerrados. En un estado de relajación o reposo sin ninguna estimulación externa específica

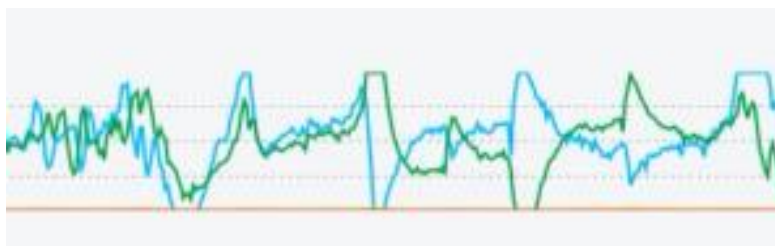
#### 3.2 Estado de atención focalizada

Se llevó a cabo otra fase de línea de base, la cual consistió en repetir alternadamente un ciclo de ojos abiertos y ojos cerrados.

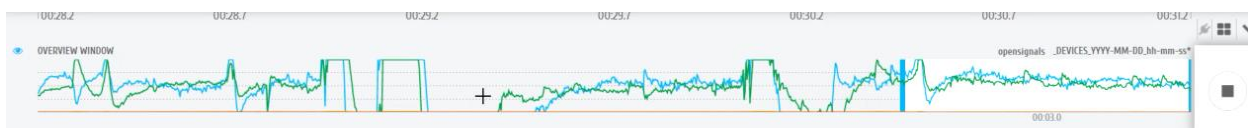
Posteriormente, se procedió a la lectura en voz alta, la realización de un cálculo complejo y la focalización de los ojos en un punto específico con el fin de minimizar cualquier artefacto presente en los registros.



Abrir los ojos



Cerrar los ojos



Lectura de un texto.





Mirar a un punto fijo.



Cálculo de una cuenta (12\*12)

## Métricas

### **Estado de reposo (respiración normal sin movimientos oculares):**

En este estado, el EEG muestra una actividad cerebral relativamente estable y regular. Las ondas cerebrales se encuentran en rangos de frecuencia específicos que se asocian con diferentes estados mentales. Las ondas predominantes en el estado de reposo son las ondas alfa, que reflejan un estado de relajación y calma mental.

### **Estado de atención focalizada:**

- Abrir los ojos: Disminución de las ondas alfa, aumento de las ondas beta asociadas con la atención visual y el procesamiento de estímulos externos. Esto indica una disminución en la actividad cerebral asociada con la relajación y una mayor actividad neuronal relacionada con la atención visual y el procesamiento de estímulos externos.
- Cerrar los ojos: Aumento de las ondas alfa, indicando relajación y disminución de la actividad visual externa.
- Lectura en voz alta: Aumento de las ondas beta y gamma, reflejando mayor actividad neuronal en las áreas del lenguaje y el habla.
- Cálculo de un número complejo: Aumento en la amplitud y la frecuencia de las ondas beta y aparición de oscilaciones gamma. Estas ondas aparecen como picos o bandas de actividad más intensa en la gráfica, lo que refleja un mayor nivel de actividad cerebral mientras realizas el cálculo.
- Mirar un punto fijo: Aumento de las ondas alfa, sugiriendo concentración y relajación mental. (Disminución en la amplitud de las ondas cerebrales y un aumento en la frecuencia de las mismas)



## 4. Electromiografía (EMG)

Por último, en esta práctica se realizó la medición de la actividad eléctrica de los músculos mediante la electromiografía (EMG).

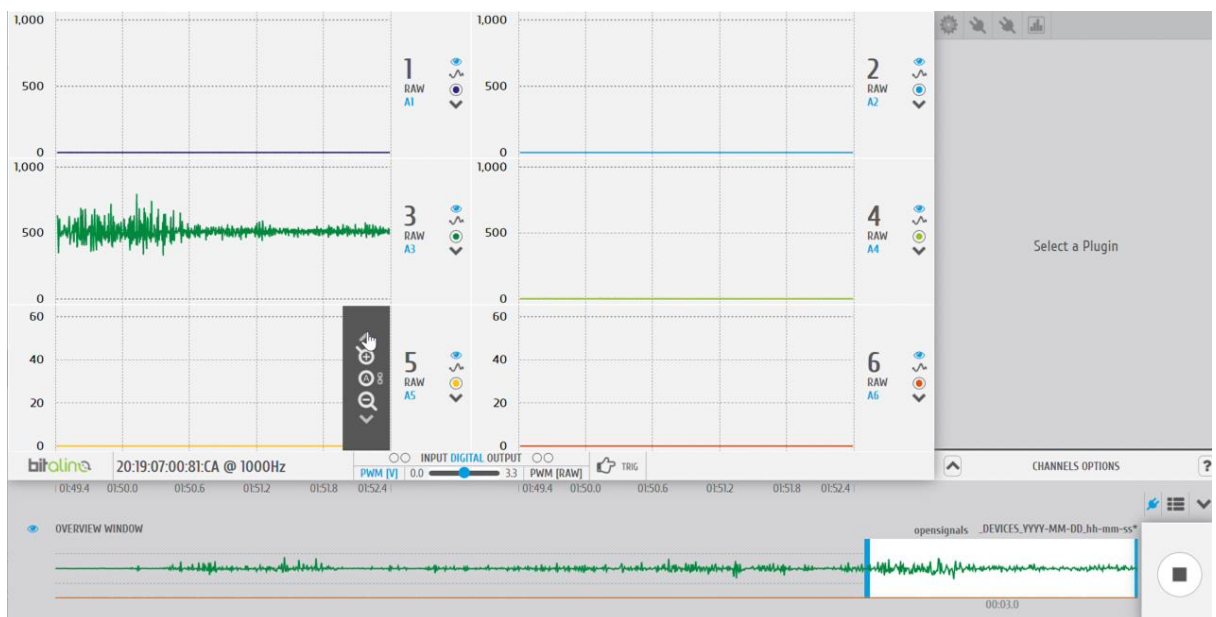
El EMG es una técnica que registra la actividad eléctrica generada por las células musculares durante la contracción y relajación muscular.

La medición de la actividad eléctrica de los músculos es fundamental para evaluar la función muscular, detectar posibles anomalías y analizar la respuesta muscular en diferentes estados fisiológicos y de actividad. Durante el registro de EMG, los electrodos colocados en la superficie de la piel capturan las señales eléctricas producidas por las células musculares.

Se analizó la actividad de la electromiografía en diferentes estados musculares:

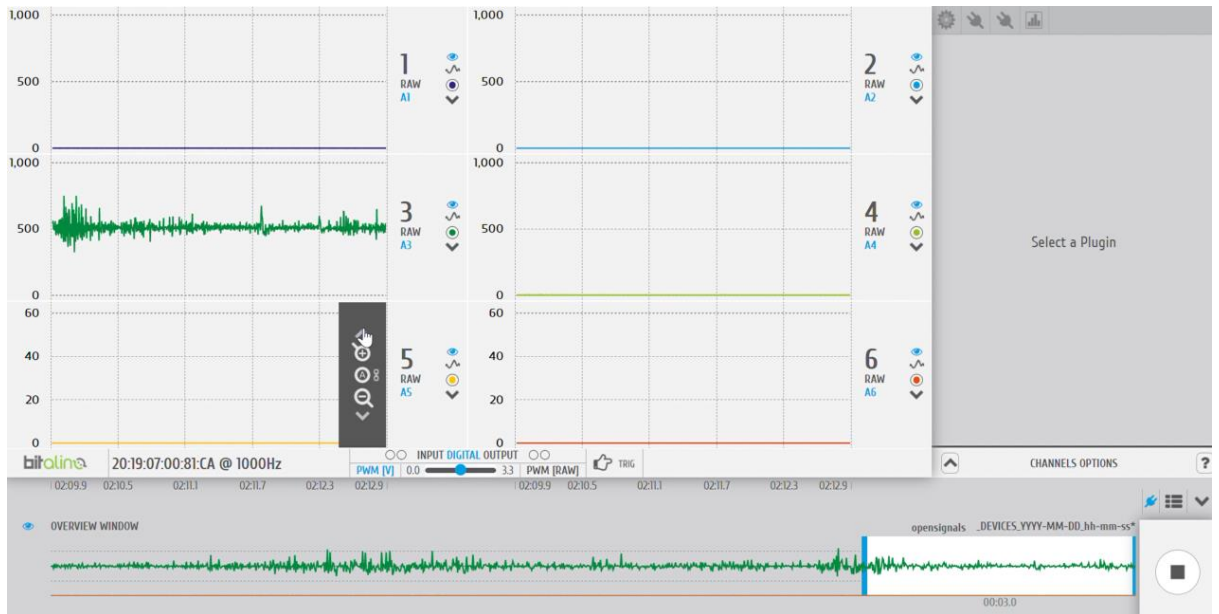
### 4.1 Músculo inactivo

En este estado, se registró la actividad eléctrica muscular cuando los músculos estaban en reposo completo, sin ningún tipo de actividad o contracción. Durante el descanso, la actividad eléctrica muscular es mínima o prácticamente inexistente, lo que se reflejará en el registro del EMG.

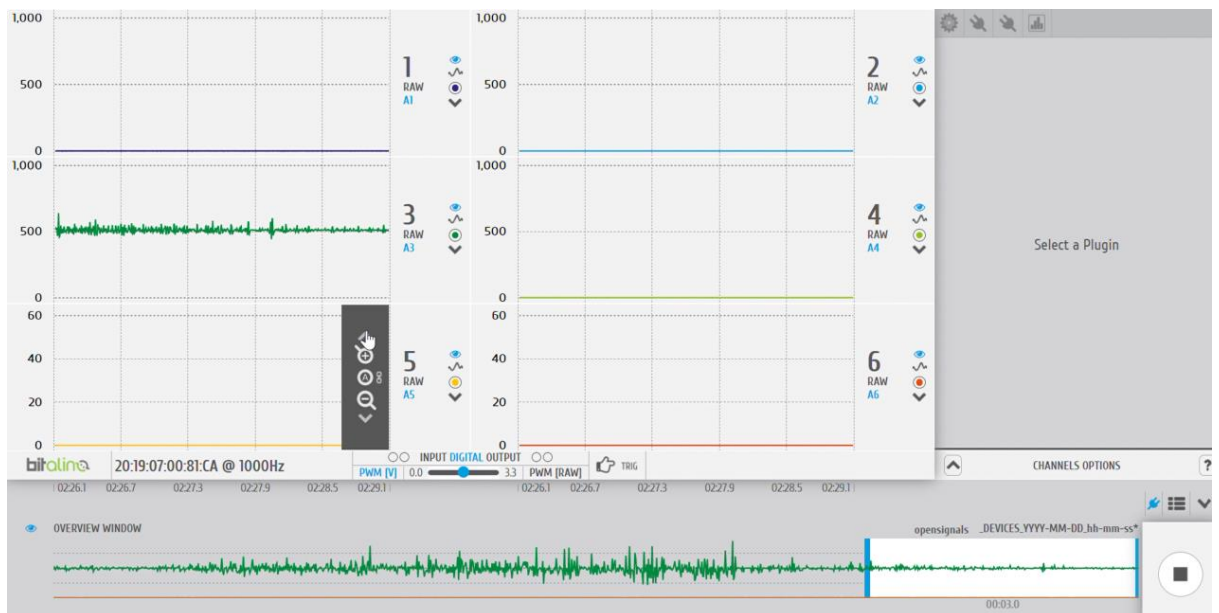


### 4.2 Músculo en Activo (Cogiendo un peso pequeño y luego cogiendo más peso)

En este estado, se registró la actividad eléctrica muscular mientras el músculo estaba en actividad. Se realizaron dos pruebas diferentes: en la primera, se registró la actividad muscular al coger un peso pequeño, y en la segunda, se registró la actividad muscular al coger un peso mayor. Durante la actividad muscular, se esperaba observar un aumento en la actividad eléctrica registrada en el EMG a medida que se incrementa la carga o el esfuerzo realizado por el músculo.



(Bolso Universidad → mayor peso)



## Métricas

En un electromiograma (EMG), las gráficas que se obtienen en el estado de músculo inactivo (reposo completo) y en el estado de músculo activo (levantando un peso pequeño y luego un peso mayor) muestran diferencias .

- Estado de músculo inactivo (reposo completo):  
En reposo, el EMG muestra una línea de base estable con actividad eléctrica mínima. Hay algunos pequeños impulsos o actividad espontánea conocida como actividad de

fondo, pero es de baja amplitud y aleatoria. La forma de onda del EMG es plana y no muestra grandes fluctuaciones.

- Estado de músculo activo (levantando un peso pequeño):  
Se realiza una contracción muscular leve al levantar un peso pequeño, el EMG muestra un aumento en la amplitud y frecuencia de las señales eléctricas registradas. Esto se debe a que se reclutan unidades motoras adicionales para generar la fuerza necesaria.
- Estado de músculo activo (levantando un peso mayor):  
Al levantar un peso mayor (en este caso el bolso de la Universidad), se requiere una contracción muscular más intensa. En este caso, el EMG muestra una mayor actividad eléctrica en términos de amplitud y frecuencia. La forma de onda del EMG exhibe grandes fluctuaciones y picos más pronunciados. La actividad muscular es más enérgica y sostenida en comparación con el estado de músculo activo anterior.

### **Resumiendo:**

En una gráfica de electromiografía (EMG), se puede distinguir entre la parte en la que el músculo está inactivo y la parte en la que está activo.

La parte inactiva se representa como una línea de base plana o cercana a cero, sin actividad muscular significativa.

En cambio, la parte activa muestra fluctuaciones y ondas que representan la actividad muscular, con amplitud y duración variable.

## 5. Configuración de la app



OpenSignals (r)evolution es un paquete de software versátil y fácil de usar para la visualización de bioseñales en tiempo real, compatible con todos los dispositivos PLUX desarrollado por Plux BioSignals, una empresa especializada en soluciones de adquisición y análisis de señales biomédicas.

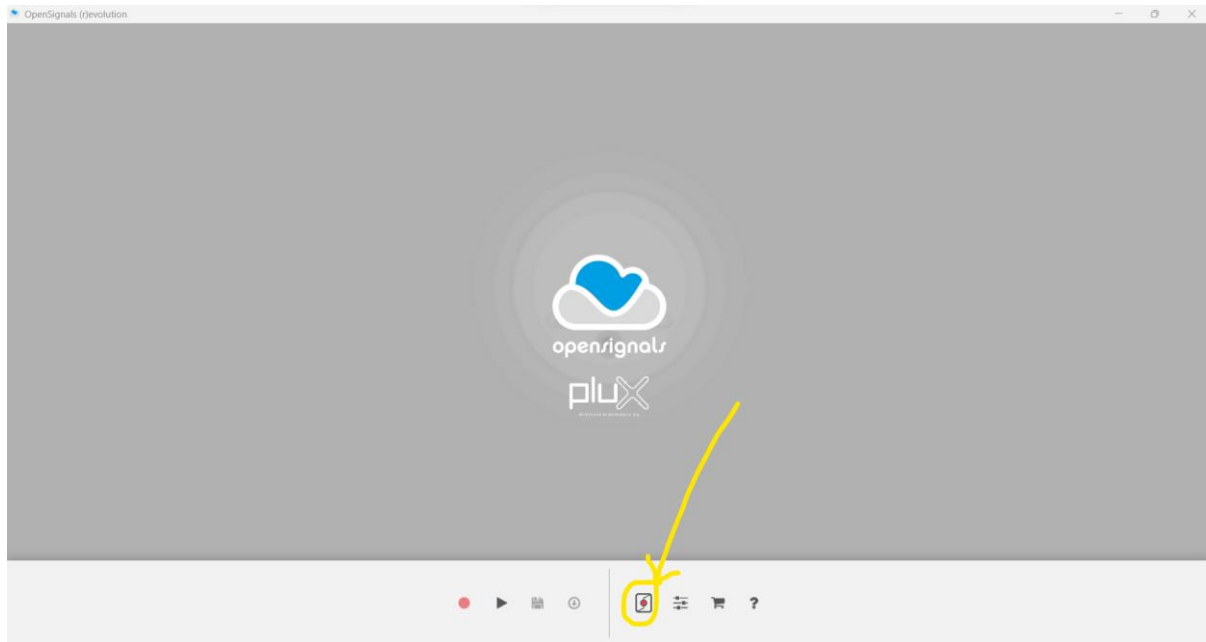
Ofrece varias características principales que incluyen la capacidad de adquirir datos de múltiples canales y dispositivos simultáneamente, así como visualizar y grabar esos datos. Además, el sistema proporciona complementos de análisis de datos que permiten generar informes a partir de los datos registrados y extraer características directamente de las señales, sin necesidad de programación adicional.

OpenSignals (r)evolution proporciona tanto una versión de escritorio para Windows (tanto en 32 bits como en 64 bits), macOS y Linux, como una aplicación móvil para dispositivos Android llamada OpenSignals Mobile. En mi caso opté por descargar la versión de escritorio de OpenSignals (r)evolution diseñada para Windows. Accedí al enlace proporcionado por mi profesor y procedí a descargar el archivo de instalación en mi equipo.

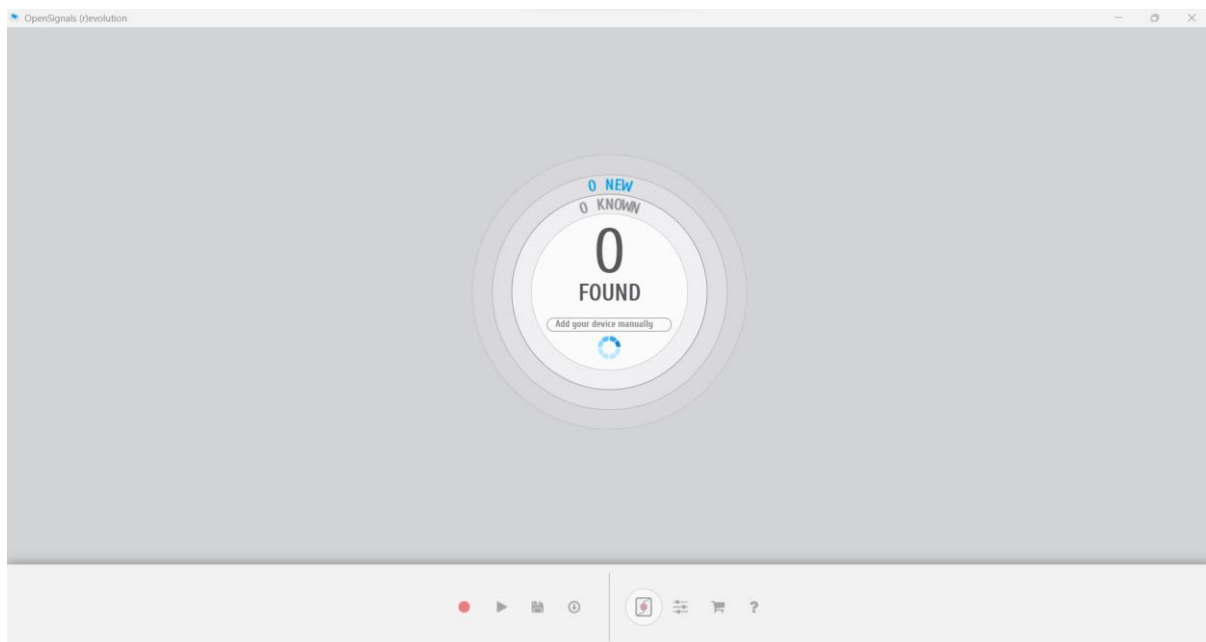
Link: <https://support.pluxbiosignals.com/knowledge-base/introducing-opensignals-revolution/>

Mientras la aplicación se descarga, procedemos a desempacar los materiales de la caja. Conectamos los sensores adecuados al BITalino (r)evolution Assembled Core BT y los colocamos en las áreas específicas del cuerpo para capturar las señales. A continuación, insertamos el dongle Bluetooth en el puerto USB del ordenador.

Después de haber completado la descarga de la aplicación, la abrimos y nos dirigimos al botón destacado en la figura que lleva por nombre "FIND AND CONFIGURE YOUR DEVICES".

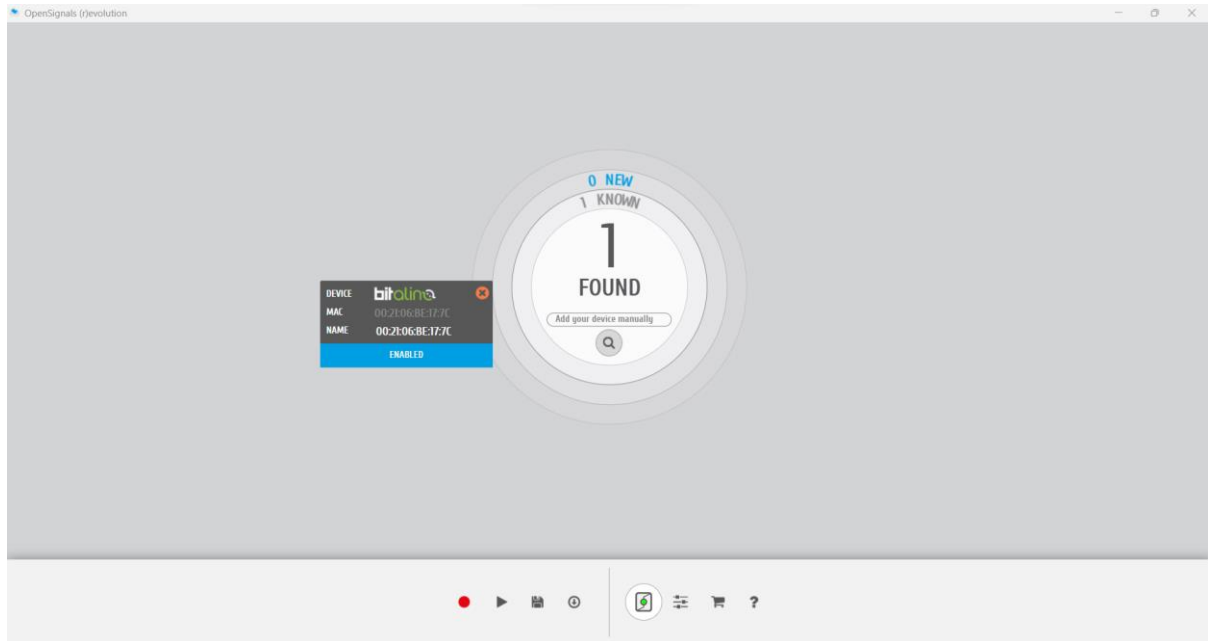


Una vez que hemos seleccionado el botón correspondiente, la aplicación comenzará a buscar el dispositivo, como se muestra en la siguiente ilustración.

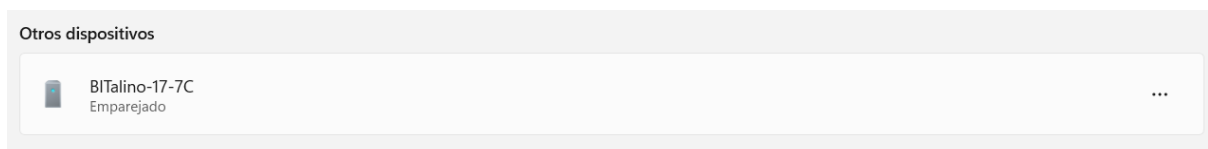


Cuando haya concluido la búsqueda, los dispositivos encontrados se mostrarán en la pantalla. En este momento, es necesario seleccionar el dispositivo que coincida con el nombre de la caja en la que se

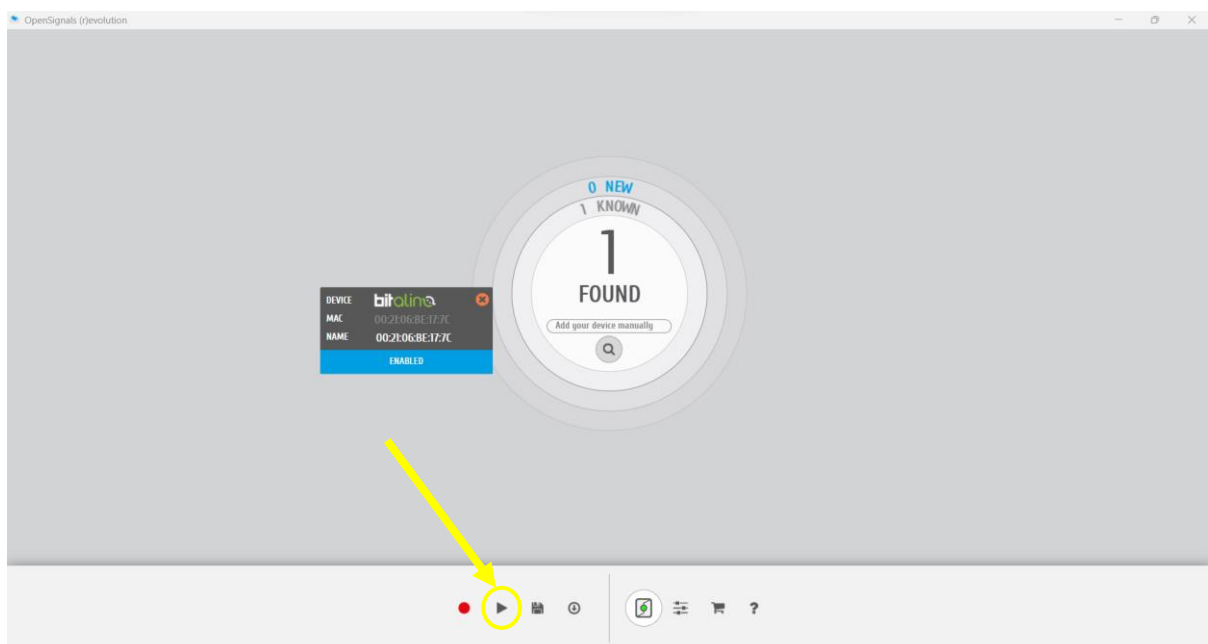
almacena el BITalino (r)evolution Assembled Core BT junto con todos los sensores, cables, electrodos... En la captura podemos ver como mi ordenador se ha conectado al BITalino Neurobit acabado en 17:7C



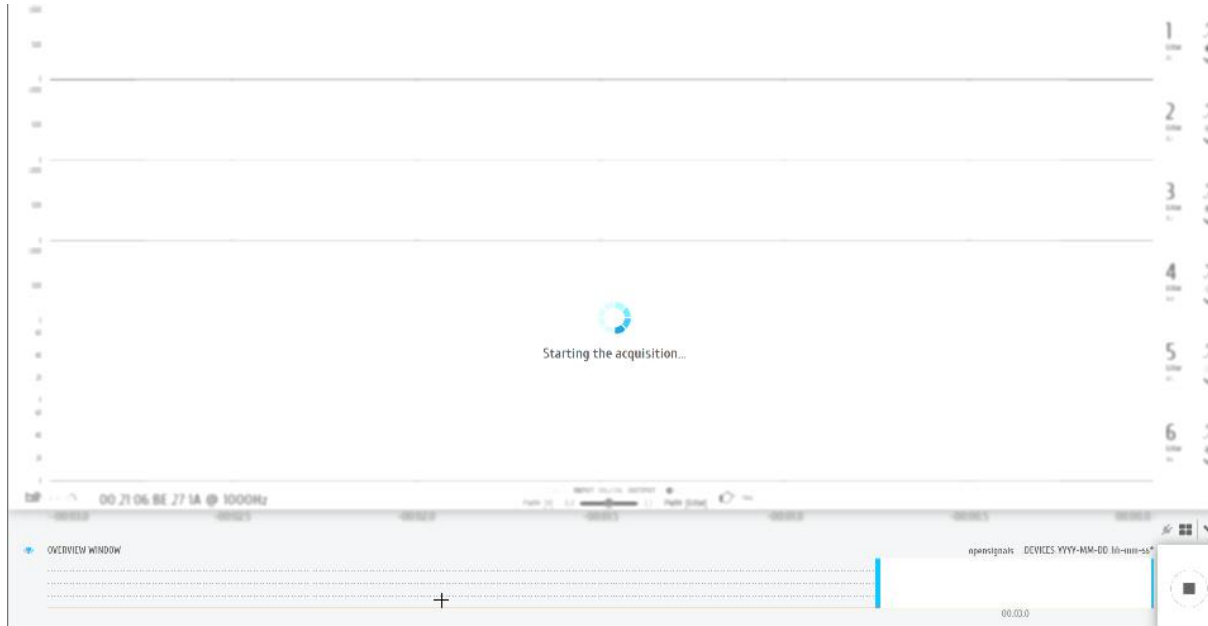
Si accedemos a la sección "Configuración de Bluetooth y otros dispositivos" del ordenador, podemos verificar que el dispositivo "BiTalino-17-7C" se encuentra emparejado correctamente.



El siguiente paso sería darle al botón llamado "START THE FILE VIEWER ON THE CURRENT FILE"



Al hacer clic en el botón, se abrirá el visor de archivos en la ventana de la aplicación, lo que permitirá visualizar los datos capturados por los sensores en forma gráfica y analizarlos de manera más detallada. "Starting the acquisition...."



Para detenerlo, simplemente hay que hacer clic en el botón "CLOSE FILE VIEWER" que se encuentra en la esquina inferior derecha, representado por un cuadrado. Al hacerlo, se redirigirá a una nueva pantalla donde se puede guardar la grabación.