

H1: PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES

El sistema HomeITB ha sido diseñado como una alternativa eficiente, portátil y fácil de usar, con aplicación tanto en entornos clínicos como en la monitorización a nivel doméstico. Para validar su desempeño, se ha desarrollado un protocolo de adquisición de señales que estandariza el proceso de recolección de datos, garantizando la calidad necesaria para comparar sus resultados con los obtenidos mediante el método tradicional.

Este documento detalla dicho protocolo, incluyendo las condiciones requeridas y los procedimientos a seguir para asegurar una correcta adquisición de las señales. Asimismo, se incluyen los equipos de medida y las aplicaciones de software que facilitan la gestión de los datos obtenidos por el sistema HomeITB.

1. Equipos de medida

La Figura 1 muestra los dispositivos empleados para registrar las señales de electrocardiograma (ECG) y fotopletismografía (PPG). En la parte superior se presenta el equipo utilizado para captar la señal de PPG en el dedo hallux del pie, mientras que en la parte inferior se ilustra el dispositivo encargado de registrar la señal de ECG en la región torácica del paciente y la señal de PPG en el dedo índice de la mano. Además, se incluye una muestra de los cables y electrodos utilizados para la medición de ECG.



Figura 1: Dispositivos de medición del sistema HomeITB. En la parte superior, equipo para la captura de la señal PPG en el pie; en la parte inferior, equipo para el registro de señales ECG en el tórax y PPG en la mano.

1.1. Registro de señales ECG y PPG en la mano

El sistema HomeITB utiliza un dispositivo electrónico diseñado para registrar una derivación de la señal de ECG, suficiente para la medición del ITB. Para este propósito, se emplean cables de conexión, preferentemente uno rojo para el terminal positivo (P) y uno negro para el terminal negativo (N).

El extremo del cable positivo se conecta al terminal P del equipo, mientras que su otro extremo, que se acopla al electrodo, se coloca en la axila izquierda. De manera similar, el cable negativo se conecta al terminal N y su extremo correspondiente al electrodo se posiciona en el surco esternal, preferiblemente en la zona que separa los pectorales. En caso de dificultades para ubicar el electrodo en esta área, como una alta concentración de vello, se sugiere colocarlo en la axila derecha.

Para registrar la señal de PPG en la mano, se solicita al usuario que posicione el centro de la falange distal del dedo índice sobre el sensor, asegurándose de cubrirlo completamente sin ejercer presión. Es importante que la mano permanezca en reposo, en una posición completamente horizontal y, preferiblemente, cerca del cuerpo para garantizar la estabilidad durante el registro.

La Figura 2 muestra un esquema de la configuración del equipo utilizado para el registro de ECG y PPG. En ella se indican las áreas específicas para la colocación de los electrodos de ECG, así como la posición del dedo índice sobre el sensor de PPG.

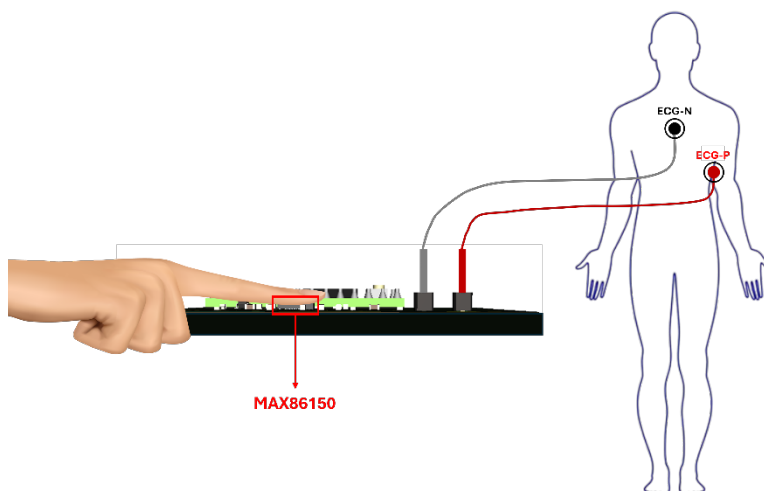


Figura 2: Esquema de configuración para la adquisición de señales de ECG y PPG. A la izquierda, ubicación del dedo índice sobre el sensor de PPG; a la derecha, conexión de los electrodos para el registro de ECG.

1.2. Registro de la señal PPG en el pie

El sistema HomeITB emplea un dispositivo para registrar la señal de PPG en el pie. Para su correcta colocación, el equipo debe posicionarse paralelamente a la zona central de la falange del dedo hallux, asegurándose de que el sensor quede completamente cubierto. El dispositivo cuenta con una cinta de velcro que sujeta el dedo de manera firme, sin aplicar presión, simplemente para mantener el equipo en su lugar. Se recomienda utilizar el segundo y tercer dedo para mejorar la estabilidad del dispositivo durante la medición.

La Figura 3 muestra un esquema de conexión del equipo de medición de PPG con la disposición del dedo hallux. En la parte derecha, se presenta una ilustración de la sujeción del equipo al dedo mediante la cinta de velcro.



Figura 3: Conexión del equipo para el registro de la señal PPG en el dedo hallux del pie. A la izquierda, esquema de configuración; a la derecha, sujeción del equipo con cinta velcro.

2. Aplicación móvil HomeITB

La gestión de los datos de las señales de ECG y PPG se realiza a través de una aplicación móvil propia, instalada en un smartphone con acceso a internet. Esta gestiona la comunicación BLE, permitiendo la transmisión de datos desde los dispositivos de medición hacia la plataforma de gestión.

La aplicación presenta una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva y fácil de usar, diseñada para mostrar la conectividad con el sistema, registrar la altura del paciente, visualizar en tiempo real las señales adquiridas y, una vez procesados los datos, mostrar el valor final del ITB obtenido.

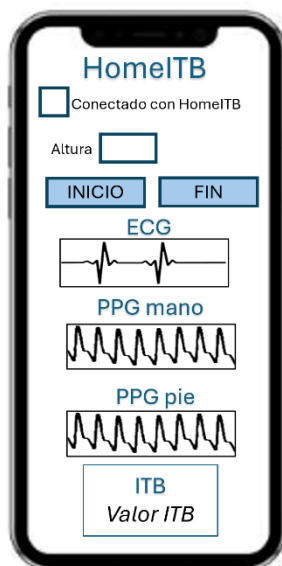


Figura 4: GUI de la aplicación móvil. En la parte superior se muestra el estado de conexión con los dispositivos de medición, y en la parte inferior, el resultado del ITB obtenido tras finalizar la adquisición de datos.

La Figura 4 presenta la GUI de la aplicación móvil, donde se muestra el estado de conexión con los dispositivos de medición. También se incluyen los botones para iniciar y finalizar el proceso de adquisición de datos, así como la visualización en tiempo real de las señales

obtenidas. Al finalizar la adquisición, en la parte inferior de la pantalla se muestra el valor del ITB obtenido.

3. Adquisición de señales

Después de haber presentado los equipos de medida, su disposición para la adquisición de las señales y la aplicación móvil de gestión, esta sección detalla el procedimiento de adquisición de las señales que debe llevarse a cabo tanto en el entorno clínico como durante el seguimiento doméstico.

Es importante destacar que, en el contexto de la exploración clínica, la adquisición de señales con el sistema HomeITB se realiza tras la valoración vascular del paciente. Este proceso incluye, entre otras cosas, la palpación de los pulsos en la región tibial posterior y pedal para medir la presión arterial, así como en la arteria braquial. Dado que este procedimiento puede generar incomodidad y alteración emocional en algunos pacientes, se recomienda esperar entre 5 y 10 minutos antes de proceder con la medición del ITB utilizando el sistema HomeITB. Esta espera tiene como objetivo minimizar posibles errores de medición derivados de las alteraciones emocionales causadas por la toma de medidas con el método tradicional.

Para el seguimiento doméstico, se recomienda que los pacientes se coloquen en posición decúbito supino sobre su cama y, con la ayuda de otra persona, posicionen los electrodos y los dedos en las ubicaciones indicadas. Además, se debe permitir un tiempo de espera de al menos 5 minutos antes de iniciar la adquisición de las señales.

En el entorno clínico, el paciente ya se encuentra en posición decúbito supino sobre la camilla. El procedimiento comienza con la colocación de los electrodos y el posicionamiento de los dedos sobre los sensores de los equipos de medida, siguiendo las indicaciones detalladas en la sección 1 de este documento. Posteriormente, se le solicita al paciente que permanezca relajado y evite realizar movimientos bruscos con sus extremidades. Luego, se encienden los equipos de medida y se inicia la aplicación móvil para establecer la conexión Bluetooth. A continuación, se registra la altura del paciente en centímetros y se procede con la adquisición de las señales. Se recomienda que la adquisición de datos dure al menos un minuto. Una vez transcurrido este tiempo, la adquisición de señales se da por finalizada, y en la parte inferior de la aplicación se muestra el valor del ITB obtenido. Este procedimiento también es aplicable al entorno doméstico, y debe seguirse con el mayor rigor posible para asegurar la precisión de las mediciones.

La Figura 5 muestra la disposición de un usuario durante la monitorización en el entorno clínico. En la imagen se destacan el posicionamiento de los equipos de medida. En este caso el seguimiento de la adquisición de datos se realiza en un ordenador.



Figura 5: Disposición del usuario durante la monitorización en el entorno clínico. Se destacan los equipos de medida y la interfaz de seguimiento en un ordenador.

En el contexto del seguimiento doméstico, se recomienda que el proceso de adquisición de señales se realice al menos una vez al día, preferiblemente a la misma hora cada día, para garantizar la consistencia y fiabilidad de las mediciones. Este enfoque regular permite monitorear de manera efectiva la evolución del ITB a lo largo del tiempo. Es importante seguir las indicaciones sobre la frecuencia de las mediciones durante el período recomendado para obtener resultados representativos y precisos. Cada dato de ITB obtenido se almacena automáticamente en una base de datos alojada en internet, lo que permite el acceso y seguimiento remoto de los resultados.