

Hernández Hernández Royer Azael, Vargas Gómez Juan Carlos, Andrés Martínez Calderón, Marroquín Gutiérrez Francisco, Luís A. Zamora Campos.

- 1.-Universidad Politécnica de Pachuca: Programa Educativo de Biomédica.
- 2.-Cuerpo Académico: Sistemas Mecatrónicos Inteligentes.

## Resumen:

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's) permiten el procesamiento y envío de información; particularmente, en la Ingeniería Biomédica pueden ser aplicadas al monitoreo cardiaco en diversos pacientes en tiempo real. En muchos países de América, la población con problemas cardiacos va en aumento, igualmente el mayor número de especialistas cardiacos se concentran en las ciudades, todo lo anterior, genera que los servicios de salud sean de difícil acceso para las personas que se encuentran en localidades alejadas de las ciudades. Por lo cual se propone un sistema portátil de bajo costo que mediante el desarrollo de una aplicación en dispositivos móviles android, sea posible monitorizar la condición cardiaca de pacientes con enfermedades del corazón, otorgando un diagnóstico oportuno, a través de equipos portátiles: celulares, tabletas, entre otras.

**Palabras clave:** ECG, Bluetooth, Comunicación inalámbrica.

## 1- Introducción.

En el presente trabajo de investigación se desarrolló e implementó un sistema Inalámbrico de bajo costo, con la finalidad de transmitir señales electrocardiográficas, mediante el uso de las TIC's. La metodología se basa en tres módulos o etapas, estas son: entre ellas el hardware y software, definiendo las características y funcionalidad en cada etapa fundamentando la utilidad del proyecto.

## 2- La onda PQRST del ECG.

En un registro de ECG normal, se observan distintas ondas, registrando un latido cardiaco normal, este se compone de una onda P, un complejo QRS y una onda T (Fig.1). Existe una pequeña onda que no es detectable, conocida como onda U. Las porciones del electrocardiograma en posición horizontal, equivalen a una Cuadro pequeño de un 1mm en tiempo o duración (seg.), y la posición vertical equivale 0,1mV. Entre las de deflexiones se denominan segmentos, y las distancias entre ondas, se denominan intervalos.

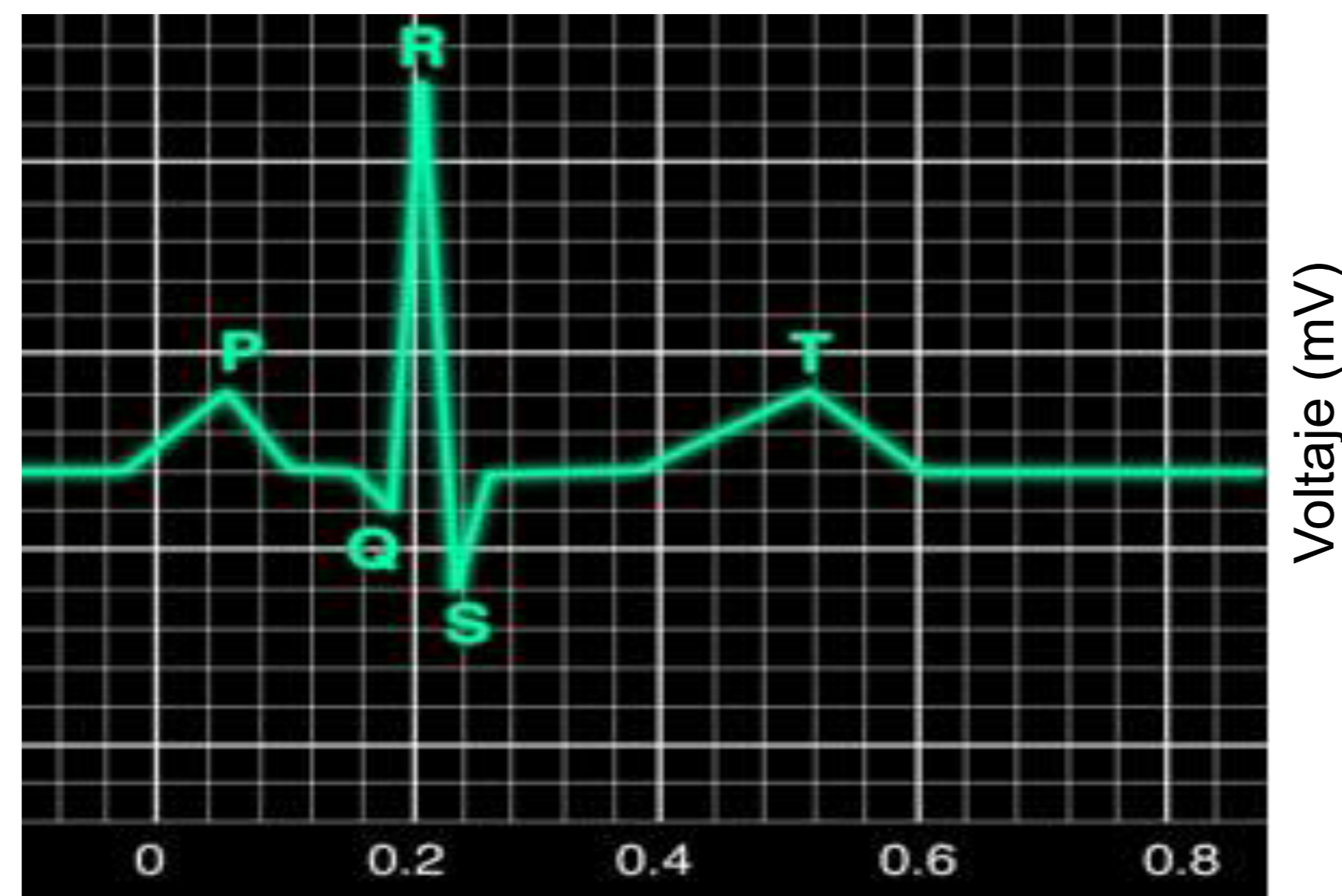


Fig.1 Complejo PQRST

## 3- Objetivo general.

Desarrollar e implementar un sistema inalámbrico de bajo costo y accesible para los usuarios (Fig.2), que pueda llevar a cabo la transmisión de señales electrocardiográficas mediante la conectividad remota, optimizando la atención pacientes, la visualización de estos datos es en dispositivos móviles.



Fig.2: Prototipo del dispositivo de monitoreo de señales cardiacas.

## 5- Metodología.

Primeramente se implementó un sistema integrado por un amplificador de instrumentación, con la finalidad de incrementar las señales provenientes del corazón, de las cuales se determinan por la amplitud de voltaje correspondiente, para ello se utilizó una tarjeta ECG Shield.

En la ADC (Conversión Analógica a Digital), se utilizó un microcontrolador para procesar y almacenar en una memoria los datos recolectados (Arduino Mega2560). Por último se utiliza el módulo de comunicación, esto es bandas de frecuencia estipuladas en el protocolo de comunicación bluetooth, comunicando a un dispositivo móvil con sistema operativo Android, que recibe las señales del módulo bluetooth HC-06, finalmente estas señales son visualizadas mediante una aplicación (desarrollada por nosotros) y analizada por el dispositivo móvil (Fig.3).

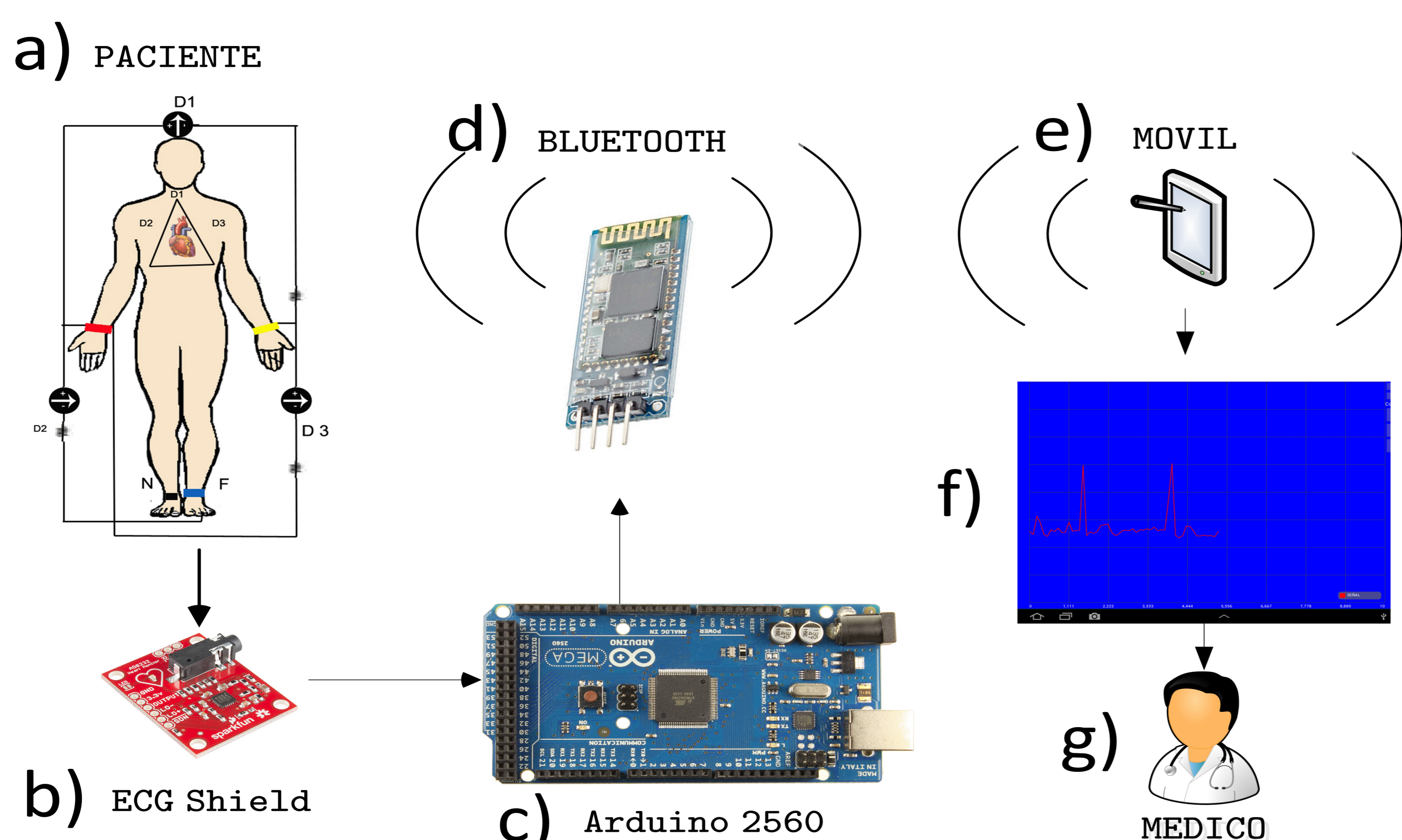


Fig.3: Etapas que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

## 6- Clasificación.

En la primera etapa se describe el tipo de electrodo a utilizar (transductor), además del funcionamiento del amplificador de instrumentación y en conjunto como funciona un ECG. Para la etapa de digitalización ADC (Conversión Analógica a Digital), teniendo conocimientos de programación, para este proyecto se empleó el sistema de desarrollo Arduino por su convertidor análogo digital (ADC) de 10 bits de resolución.

En la segunda etapa esta la transmisión. Se describe el funcionamiento del módulo encargado de realizar la comunicación con bluetooth, describiendo las etapas relevantes: Las recepción en el dispositivo móvil y etapa de visualización en una aplicación implementada en sistema operativo android, con la finalidad de recibir la información obteniendo la señal del módulo bluetooth y finalmente graficar el electrocardiograma (Fig. 4).

El enlace inalámbrico descrito como "Desarrollo e implementación de sistemas inalámbricos de bajo costo, para la transmisión de señales electrocardiográficas" sirvió como punto de partida para el trabajo de investigación.

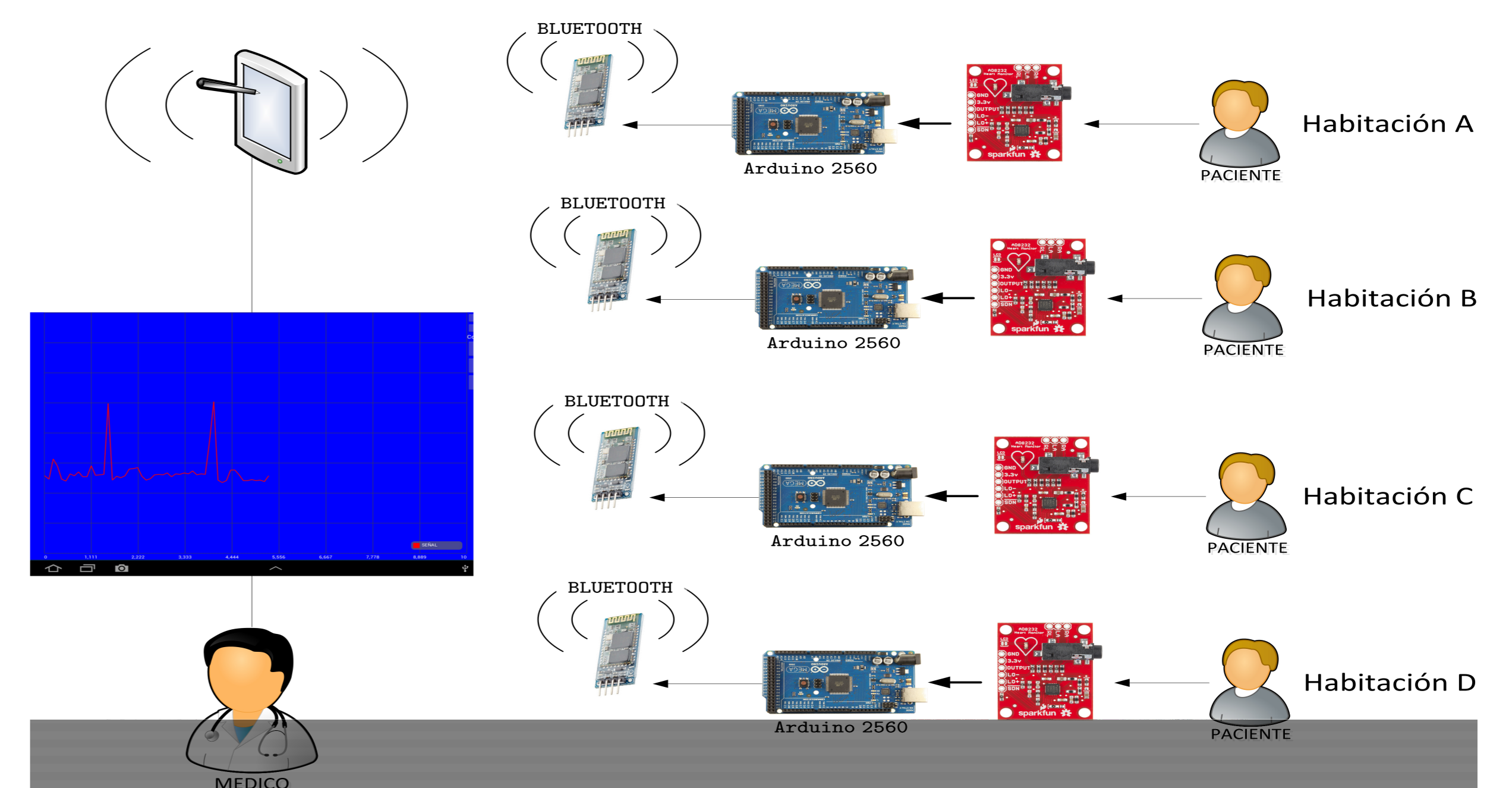


Fig.4: Configuración habilitada para monitorear a más de un paciente.

## 7- Resultados

Inicialmente se plantearon múltiples tecnologías inalámbricas, de las cuales analizamos sus características y costos, resultando la transmisión bluetooth como más viable. Además se añadió la interfaz de usuario para visualizar las señales adquiridas desde un dispositivo móvil (tablet o Smartphone con el SO Android), haciendo uso de los periféricos de comunicación.

El producto fue un sistema inalámbrico de bajo costo para la transmisión de señales fisiológicas, con la capacidad de amplificar la actividad eléctrica del corazón para la digitalización de los pulsos eléctricos, y con el modulo Bluetooth realizar la comunicación inalámbrica a un dispositivo móvil. La distancia de transmisión alcanzada con el prototipo fue de 10 metros atravesando paredes y de 20 metros en campo abierto (Fig.5).

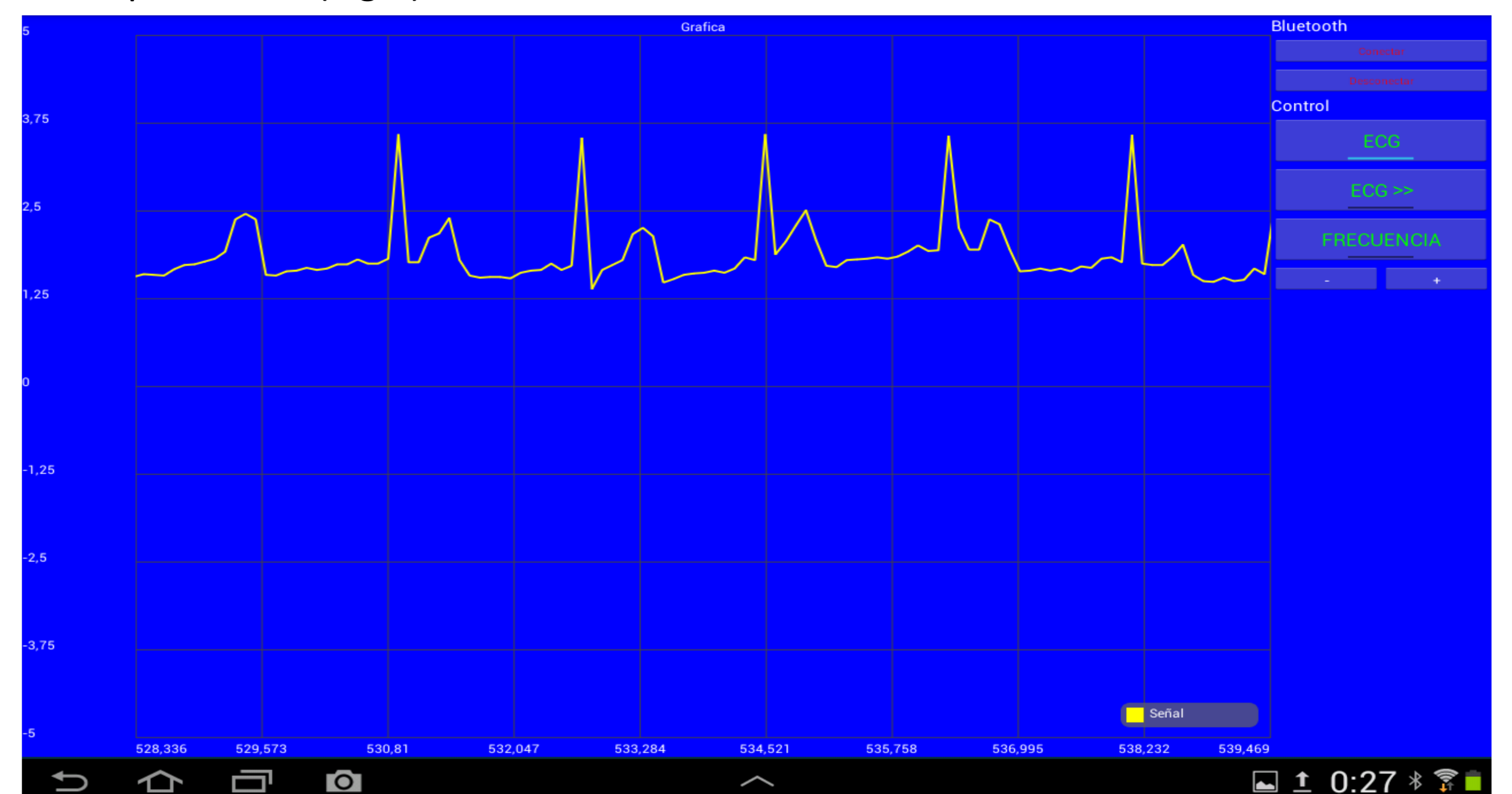


Fig.5 Interfaz de la aplicación desarrollada.

## 8- Conclusiones.

El prototipo consta de 3 derivaciones, además se limita a trabajar a una tasa de transferencia de 115.200 bps. Se consiguió caracterizar perfectamente las limitaciones que proporcionaban el sistema propuesto inicialmente, formado por Arduino, sin embargo una mayor resolución de ADC (Convertidor Analógico a Digital) proporcionaría resultados más precisos, por lo que un microprocesador con capacidades superiores sería necesario para lograr el rendimiento más alto requerido.

El proyecto tiene la finalidad de ofrecer soluciones para la transmisión de señales fisiológicas de forma inalámbrica. El prototipo de ECG propuesto sirve de herramienta para la visualización de la señal electrocardiográfica de bajo costo.

## 9- Trabajo a futuro.

Analizar y buscar un centro de investigación, particularmente en el área de microelectrónica, para desarrollar un chip que pueda capturar múltiples datos/información de manera inalámbrica (WIFI).

## 10- Referencias.

- [1] César Vilorio, N. (2009). Tecnologías de la información para la educación, investigación y aplicación en el área de la salud. Bondades y retos. (Spanish). Salud Uninorte, 25(2), 331-349.
- [2] C. Castellano, M.A; Pérez de Juan y F. Attie, (2011). Electrocardiografía Clínica (2da Edición) [pp. 50-150].
- [3] Harrison. (2006). Principios de Medicina Interna de Electrocardiografía (16a ed.). McGraw-Hill.