



## **“Monitoreo preciso: un enfoque colaborativo para la creación de un nuevo monitor de signos vitales”**

García-Canul Nadia Estephany, Ruiz-Pinto María Regina, Ulín-Mena Miguel Agustín, May-Cabañas Mariana Valentina, Escalante Espinosa Samantha  
Universidad Modelo. Ingeniería Biomédica. Aparcamiento, México 176, 97305 Mérida, Yuc.  
9871172050. 15234587@modelo.edu.mx

### *Proyecto innovador biomédico.*

#### **Resumen.**

En este artículo, nos enfocamos en el proyecto de monitor de signos vitales, que se encuentra desde la planeación del mismo hasta los resultados de este mismo. El propósito de crear un monitor de signos vitales es para el uso de los alumnos de la carrera de Ingeniería Biomédica, con el fin de contar con un dispositivo que mida parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca, el pulso arterial, la saturación de oxígeno en la sangre y la temperatura corporal. Es fundamental que este dispositivo no tenga un margen de error considerable en la medición, lo que implica el uso de sensores especializados y tecnología avanzada para capturar, procesar y mostrar datos fisiológicos de manera precisa y en tiempo real.

Además, el dispositivo contará con una alerta que informará al usuario cuando alguna de las mediciones sobrepase o esté por debajo de los parámetros normales indicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). La metodología de los puntos de control se seguirá para llevar a cabo las diferentes etapas de este proyecto, lo que resulta crucial para su desarrollo y éxito.

El proyecto se divide en varias etapas, cada una con sus objetivos específicos. Desde la planificación hasta la implementación y evaluación, se busca alcanzar un dispositivo funcional y preciso que beneficie a los pacientes. Este enfoque detallado en el desarrollo del monitor de signos vitales garantiza su viabilidad y utilidad en estudiantes de primer semestre, proporcionando una herramienta confiable para la monitorización de la salud de manera continua y precisa.

El presente artículo es una muestra del proyecto realizado por alumnos del primer semestre de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica de la Universidad Modelo, el cual consiste en el desarrollo de un *Monitor de Signos Vitales*, el cual se encarga de monitorear algunos de los parámetros fisiológicos del ser humano que juegan un papel crucial en la salud del mismo, y en el diagnóstico de distintas patologías.

Los parámetros fisiológicos cumplen una en el ámbito hospitalario, y existen varios de estos mismos, por ejemplo:

*Frecuencia Cardíaca: Es la onda que el corazón produce al hacer la síntesis y diástole, encargados de la contracción y relajación de los músculos del corazón. La oscilación normal de un paciente adulto sin patologías y que se encuentre en estado basal es entre 60 y 100 latidos por minuto.*

*En este caso se tiene contemplado que la frecuencia cardíaca se representa por medio de gráficas para ser presentado como un electrocardiograma.*

*Nivel de Oxigenación en la sangre: Es la cantidad de oxígeno que circula en la sangre, la mayor parte del oxígeno es transportado por los glóbulos rojos, estos mismos recolectan el oxígeno en los pulmones y se encargan de transportarlo a lo largo de todo el cuerpo humano.*

*La medida considerada normal es SPO2: >94% en pacientes sin complicaciones.*

*Temperatura Corporal: Se define temperatura corporal a la cantidad de calor que se genera en el cuerpo humano y que es expresada en grados Celsius. Esta temperatura suele cambiar a partir de distintos parámetros, como lo son el momento del día, el estado emocional, condiciones externas, etcétera. De acuerdo con la Organización*

Mundial de la Salud establece que la temperatura corporal normal se sitúa alrededor de 36.5°C a 37.5°C.

**Pulso Arterial:** El pulso arterial es obtenido a partir de las contracciones del corazón o también conocido como los latidos que el corazón genera.

La medida establecida normal es de 60 a 100 latidos por minuto, aunque es necesario resaltar que una medida normal no es indicador de patologías no deseadas.

Estos parámetros fisiológicos mencionados anteriormente serán los primordiales de este proyecto que se estará presentando.

El **Monitor de signos vitales** es un equipo médico que permite detectar, desplegar y procesar de manera continua las señales fisiológicas del paciente.

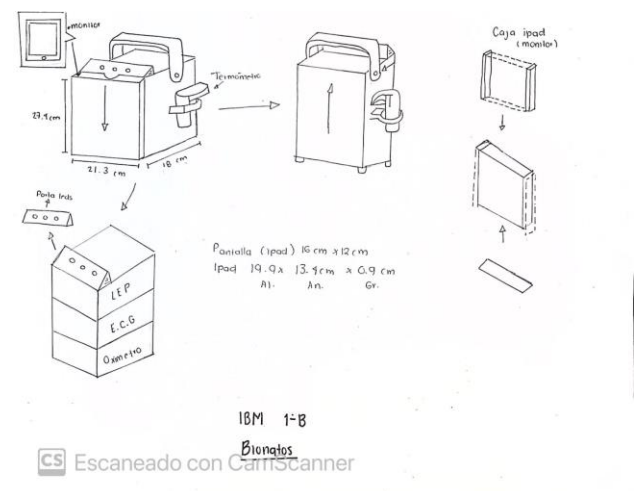
El monitoreo continuo es una herramienta muy valiosa para el personal médico y del sector salud, ya que permite poder mantener vigilado al paciente en cualquier momento y también permite hacer valoraciones y tomar decisiones más precisas para un mejor diagnóstico y tratamiento.

El proyecto está dividido en diferentes facetas, que están pensadas especialmente para la correcta funcionalidad del mismo.

La idea del proyecto a presentar consiste en crear un dispositivo que sea capaz de monitorear aspectos claves de la salud humana de manera eficiente y precisa. En este proyecto, la base será la selección de sensores adecuados, mismos que faciliten y mejoren la medición, de los parámetros establecidos con anterioridad. La elección del microcontrolador dependerá de la complejidad y las capacidades deseadas para el proyecto. El diseño físico del dispositivo debería contemplar la comodidad del usuario y la protección de los componentes internos mediante una carcasa duradera y ergonómica. Este proyecto no solo desarrollará habilidades técnicas, sino que también promoverá la comprensión práctica de la importancia de los signos vitales en la monitorización de la salud.

Profundizando más acerca del diseño, este estará representado de la siguiente manera en la figura 1

Al final de esta sección se debe mencionar el objetivo general del trabajo y los específicos. Se pueden incluir tablas e imágenes. Según consideren, para lo cual, dentro del texto deberán mencionar la figura o tabla que se mostrará (Figura #). Puede ser más de una imagen, según consideren. En la parte inferior se muestra cómo debería quedar si solo es una, pero de ser más sólo sigan el formato, en caso de no requerir solo no la pongan.



**Fig.#1** Boceto final

Esta imagen representa gráficamente como es el diseño final del **monitor de signos vitales** mismo que es de material madera mdf.

El diseño está pensado que sea una caja, en la que por la parte de adentro contenga dos separaciones en las que estarán los circuitos finales de oxigenación en sangre y frecuencia cardiaca. Por la parte superior, se muestran 3 leds, estos tienen la función de indicar si los parámetros fisiológicos del paciente son mayor, menor o son correctos a lo establecido por las autoridades correspondientes.

Por la parte exterior derecha, se encuentra la pistola de temperatura, está hecho del mismo material madera mdf y cumple la función del termómetro, en este caso, es un termómetro infrarrojo. Por la parte interna del termómetro se encontrará el circuito que hace posible la funcionalidad del mismo.



En la parte frontal, se aprecia que hay un pequeño marco, el cual servirá para poder colocar el dispositivo, en este caso el ipad, que cumplirá la función de una pantalla y ahí se reflejarán los resultados numéricos y gráficos.

El objetivo principal del proyecto a presentar es diseñar y elaborar un monitor de signos vitales que sea funcional, de fácil utilidad y práctico para su uso no solamente en aulas universitarias, sino para que personal académico y de la salud puedan utilizarlo.

Aunque también se busca que los usuarios analicen y apliquen los conocimientos de investigaciones realizadas con anterioridad e identifiquen las características que radica el elaborar un monitor de signos vitales y su principal uso en pacientes. Posteriormente, se realizan diversas pruebas con el prototipo para observar que el prototipo esté en las mejores condiciones para el uso con los pacientes.

**Tabla #1.** Tabla de etapas.

Etapas	Descripción	Resultado obtenido
Investigación	En esta etapa se investigó a cerca de los posibles proyectos y la elección de uno solo.	Elección del proyecto nombrado "Elaboración de un monitor de signos vitales"
Elaboración de plan de trabajo	En esta etapa de realizó un plan de trabajo, se delimitaron fechas de entregables y juntas de equipo para una mejor coordinación.	Se obtuvo un plan de trabajo, adjuntado por debajo de la presente tabla.
Diseño	Ya que se obtuvo un plan de trabajo y se definió un proyecto a realizar, es momento de iniciar el diseño, se realizaron diferentes investigaciones de posibles prototipos y se eligió el más optimo.	Se obtuvieron bocetos del proyecto final, se establecieron medidas y materiales a utilizar.
Prototipos Individuales	Se empezó a trabajar los circuitos individuales para crear la medición correcta de cada parámetro fisiológicos, se hicieron cálculos y elección de componentes.	Se obtuvo los circuitos finales a utilizar.
Pruebas	Ya finalizados los circuitos, se corrobora el correcto funcionamiento de los circuitos por si existieran errores, es	Correcciones de los circuitos.

	momento de corregir.0	
Documentación	Entre cada una de las etapas, se hace la parte de la documentación, aquí se plasma a detalle lo que se ha realizado a lo largo de cada semana, se actualiza el plan de trabajo haciendo una check-list y marcando las actividades pendientes.	Se hacen los entregables semanales.
Prototipo final	Es momento de trabajar con el prototipo final. Aquí se define y se hacen correcciones del boceto final y se procede al trabajo de ensamblaje.	Se obtiene el prototipo físico.
Ensamble final	Esta parte es una de las consideradas más importantes, ya que es el armado final, ya con las piezas finales se realiza el ensamblaje para así poder realizar las últimas pruebas de precisión.	Se obtiene el monitor de signos vitales listo para entregas.

## Materiales y métodos.

**Tabla #2** Materiales de uso

Materiales	Función	Costo
Electrodos	Varilla metálica especialmente preparada para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco, se fabrican en metales ferrosos y no ferrosos.	\$198
Arduino	Microcontrolador, funciona de forma independiente de éste, y controla y alimenta determinados dispositivos y toma decisiones de acuerdo al programa descargado e interactúa con el mundo físico gracias a sensores y actuadores.	\$224 (Ya adquirido)
Protoboard	Permiten montar y desmontar circuitos electrónicos con mucha rapidez.	\$109 (Ya adquirido)



Computadora	En este proyecto vamos a utilizar la computadora como medio para programar y reproducir los resultados.	\$20, 000 (Ya adquirido)
Jumpers	Sirve como procesador de los sensores y coordina las funciones	\$ 119 (Ya adquiridos)
I pad 5 mini	Nos servirá para reflejar los resultados de cada paciente	\$4000 (Ya adquirido)
Max30102 Oxímetro	Se decidió cambiar el componente por uno que nos generará mejores resultados	\$119
MLX90614 Temperatura	Servirá para poder medir la temperatura de cada paciente	\$386.40
Bozzer	Sirven para dar sonido a los botones que incluirá el proyecto	\$27.84
Bluetooth	Dispositivo bluetooth que facilitará la proyección de resultados en el dispositivo ipad	\$182.40

Filtro High Pass	Servirá para el electrocardiograma	\$150
Filtro Low Pass	Servirá para las señales bajas del electrocardiograma	\$100
Filtro Notch	Servirá para la frecuencia de corte de señales del electrocardiograma	\$300
Filtro Ina	Servirá para darle estabilidad al electrocardiograma	\$450
Leds	Servirá como un tipo de señal en el cual reflejará los parámetros altos, normales o bajos.	\$20
Broche de batería	Servirá como base para poder colocar baterías	\$50
Arduino mini pro	Servirá para el circuito para el termómetro	\$80



<i>Pantalla Oled</i>	<i>Servirá para reflejar la temperatura que nos arrojará el sensor de temperatura</i>	<i>\$106</i>
<i>Interruptor on-off</i>	<i>Servirá para pender y apagar el termómetro infra rojo</i>	<i>\$32</i>
<i>Baterías 9V</i>	<i>Servirá para la fuente de alimentación</i>	<i>\$438</i>
<i>Madera Mdf</i>	<i>Servirá como material de la carcasa exterior</i>	<i>\$450 aprox</i>

## Métodos:

### 1. Adquisición de Sensores:

La primera fase del proyecto se centró en la cuidadosa selección y adquisición de sensores especializados para la medición de la actividad cardíaca, temperatura y niveles de oxígeno en sangre (SpO2%). Rigurosas investigaciones fueron llevadas a cabo para identificar dispositivos comerciales que cumplieran con los estándares de precisión y compatibilidad requeridos por el proyecto. La elección de sensores confiables y precisos sentó las bases para el éxito del desarrollo.

Los sensores de actividad cardíaca fueron seleccionados por su capacidad para capturar señales eléctricas del corazón de manera precisa y en tiempo real. Para la medición de la temperatura, se optó por sensores que ofrecían lecturas exactas y rápidas, garantizando una

monitorización efectiva de la variación térmica. La elección del sensor de SpO2% se basó en su capacidad para medir la saturación de oxígeno en la sangre con alta precisión.

### 2. Diseño de Circuitos:

Con la adquisición de los sensores, la atención se volcó hacia el diseño de circuitos personalizados que pudieran gestionar eficientemente las señales provenientes de cada sensor. Durante las sesiones teóricas y prácticas, se abordaron los principios fundamentales de la amplificación y el acondicionamiento de señales para asegurar la obtención de lecturas precisas.

Cada circuito fue diseñado de manera única para satisfacer los requisitos específicos de cada sensor. La optimización de la amplificación y la minimización de la interferencia se consideraron elementos críticos en el diseño. La modularidad de los circuitos permitió futuras actualizaciones y ajustes sin comprometer la funcionalidad general del sistema.

### 3. Filtros de Señal:

La implementación de filtros desempeñó un papel crucial en la mejora de la calidad de las señales capturadas. La inclusión de un filtro pasa bajas (low-pass) garantizó la eliminación de frecuencias no deseadas y el ruido de alta frecuencia. Por otro lado, el filtro pasa altos (high-pass) se encargó de atenuar las componentes de baja frecuencia, asegurando que solo las señales cardíacas esenciales fueran destacadas.

El filtro de rechazo de frecuencia (notch) demostró ser fundamental para eliminar interferencias específicas, como las provenientes de equipos eléctricos circundantes. La cuidadosa selección y calibración de estos filtros garantizaron que las señales de interés fueran claramente discernibles, permitiendo una monitorización cardíaca precisa y sin distorsiones.

### Modificaciones y Ajustes de Diseño:

A medida que el proyecto avanzaba, se realizaron múltiples iteraciones del diseño para abordar desafíos específicos identificados durante las pruebas y evaluaciones. Estas





modificaciones no solo se enfocaron en aspectos técnicos, como la disposición de componentes y la eficiencia del circuito, sino también en la optimización de la interfaz con el usuario.

Las iteraciones permitieron una mejora continua del diseño, asegurando que el sistema evolucionara para superar cualquier obstáculo encontrado. La flexibilidad en la adaptación del diseño fue clave para el éxito del proyecto, permitiendo la creación de un sistema robusto y eficiente.

**Integración en una Caja con un iPad:**

Una vez que los circuitos y sensores se probaron y ajustaron satisfactoriamente, se procedió a la fase de integración. Todos los componentes se combinaron hábilmente en una caja compacta, que no solo albergaba los circuitos y sensores, sino que también incorporaba un iPad para la visualización en tiempo real de los datos recopilados.

La elección de integrar un iPad como interfaz de usuario no solo ofreció una pantalla táctil y fácil de usar, sino que también permitió una visualización más detallada y gráfica de las lecturas cardíacas, de temperatura y SpO2%. Esta integración en una solución portátil y completa fue esencial para la aplicabilidad práctica del sistema en diversos entornos.

#### 4. Desarrollo del Código:

La programación de los sistemas de control y procesamiento de datos fue una fase crítica del proyecto. Se crearon programas específicos para cada sensor, implementando dos menús individuales: uno para el sensor de temperatura y otro para el sensor de SpO2%. La programación se llevó a cabo con un enfoque en la eficiencia del código y la capacidad de adaptarse a posibles actualizaciones futuras.

La implementación de menús individuales facilitó la navegación y configuración de parámetros, brindando a los usuarios una experiencia intuitiva. El código se diseñó considerando la modularidad, permitiendo futuras

expansiones o mejoras sin afectar el funcionamiento global del sistema.

#### 5. Investigaciones Continuas:

A lo largo de todo el proyecto, se mantuvo una actitud proactiva hacia la investigación continua. Se llevaron a cabo estudios exhaustivos para evaluar nuevas tecnologías, algoritmos y métodos que pudieran mejorar el rendimiento del sistema. El equipo se mantuvo al tanto de las últimas tendencias y avances en el campo de la monitorización médica, incorporando ajustes según la evolución del conocimiento.

La investigación constante permitió que el sistema se beneficiara de las últimas innovaciones, garantizando que estuviera a la vanguardia de la tecnología médica. La adaptabilidad a nuevos descubrimientos y enfoques consolidó la posición del proyecto como una solución avanzada y actualizada para el monitoreo cardíaco integrado.

En resumen, el proyecto de desarrollo y implementación de un sistema de monitoreo cardíaco integrado demostró la eficacia de una metodología integral, desde la adquisición de sensores hasta la investigación continua. La combinación de elementos técnicos, diseño innovador y una mentalidad de mejora constante culminó en un sistema sofisticado y versátil, con aplicaciones prometedoras en el campo de la salud y la monitorización personalizada.

### Resultados

Los resultados esperados en la elaboración de este proyecto los podemos categorizar en 3 con base en los sensores utilizados, nuestro monitor fue ideado para medir 4 resultados los cuales son Oxigenación o Saturación en la sangre que lo medimos a través de SpO2 continuando con Frecuencia Respiratoria medida en BPM utilizando el mismo sensor que utilizamos para la medición de la saturación, Temperatura medida en grados Celsius y la frecuencia cardíaca medida a través de un

ECG a continuación el equipo detalla cada uno a profundidad explicando la idea, ejecución y resultado.

**Oxímetro:** El oxímetro fue pensado para ser una caja que recubra el dedo del paciente para ayudar al circuito a funcionar de mejor manera ya que este funciona emitiendo luz roja e infrarroja a través de un tejido, la hemoglobina en los glóbulos rojos absorbe estas luces de manera diferente según su oxigenación. La luz transmitida se detecta y se calcula la relación entre la luz roja e infrarroja absorbida para determinar la SpO2. El resultado, expresado como un porcentaje, se muestra en el monitor general, la precisión puede verse afectada por factores como la perfusión sanguínea y el color de la piel y estas lecturas anómalas deben ser evaluadas por un profesional de la salud para determinar un diagnóstico.

Conectamos el sensor y a través del código lo configuramos para que este sea capaz de arrojar dos mediciones como se mencionó anteriormente las cuales son la frecuencia respiratoria y la saturación en la sangre.

A continuación, una imagen del circuito:

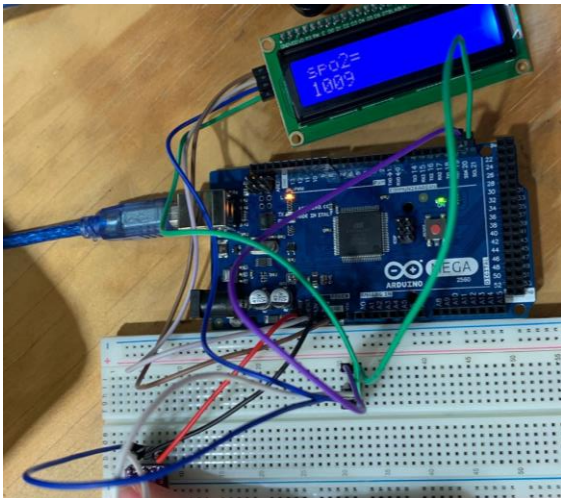


Fig.#2 Oxímetro

**Electrocardiograma (ECG):** Registra la actividad eléctrica del corazón a lo largo del tiempo. Electrodo colocados en puntos específicos del cuerpo captan la actividad eléctrica generada por el corazón. Estos impulsos se amplifican y registran gráficamente en papel o en una pantalla. El trazado del ECG muestra ondas como la P, QRS y T, que representan la despolarización y repolarización de las aurículas y ventrículos. Además, se observan intervalos y segmentos que proporcionan información sobre la conducción eléctrica. Los médicos

interpretan el ECG para diagnosticar problemas cardíacos como arritmias o infartos.

Nosotros utilizamos un sensor AD8232 como entrada para medir la señal analógica del cuerpo y amplificarlo esto con la finalidad de apreciar de mejor manera dicha señal luego lo filtramos a través de un filtro Pasa Bajas (o Low Pass) con punto de corte en 80, un filtro Pasa Altas (o High Pass) con punto de corte en 0.5 y un Filtro Pasa Bandas (o Notch) con punto de corte en 60, como se muestra en la siguiente imagen:

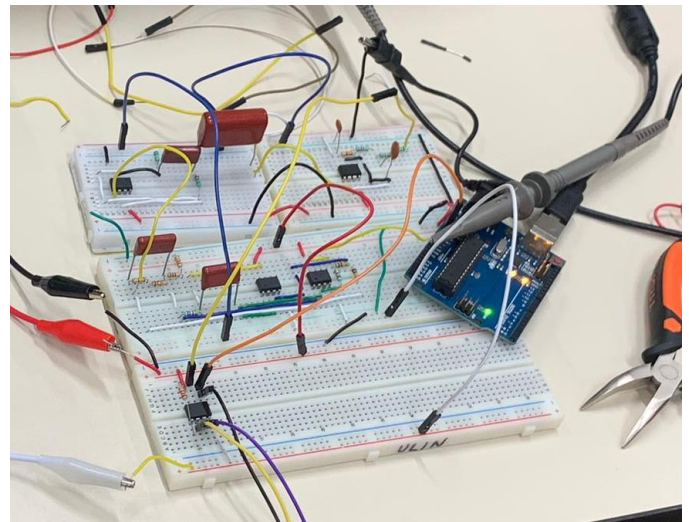
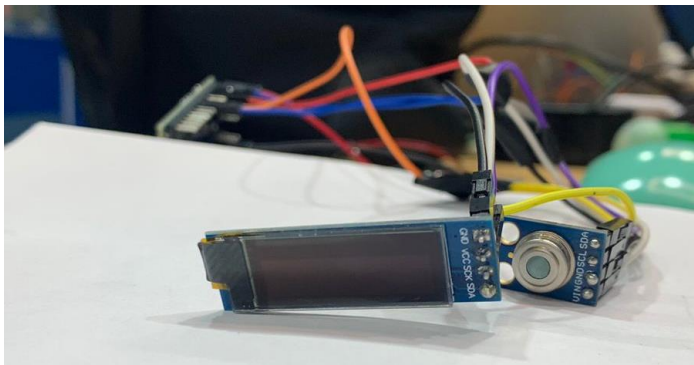


Fig.#3 ECG

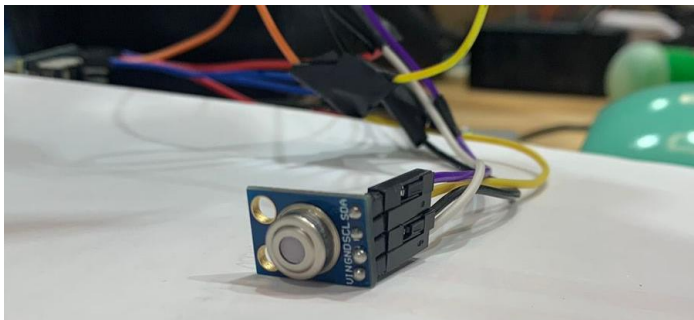
### Temperatura:

La pistola de temperatura se hizo con un termómetro infrarrojo, funciona detectando la radiación infrarroja emitida por un objeto o la superficie de la piel. Cada objeto emite radiación IR en relación con su temperatura, y el sensor infrarrojo de la pistola convierte esta información en una lectura de temperatura mediante un algoritmo. Algunas pistolas cuentan con un puntero láser para apuntar con precisión al área deseada, pero el láser en sí mismo no mide la temperatura. La lectura se muestra en una pantalla Oled digital en la pistola, lo que permite una medición rápida y sin contacto físico, siendo útil para la detección de fiebre en entornos como hospitales o lugares públicos. Sin embargo, es importante considerar factores externos que puedan afectar la precisión, como la presencia de polvo o humo.

Para esto utilizamos un sensor compatible con Arduino el cual fue MLX90614 y elaboramos todo el circuito para la pistola utilizando un Arduino Nano alimentado con una batería de 9V a la cual le añadimos un interruptor para poder prenderlo y apagarlo a voluntad, esto con la finalidad de que administramos de la mejor manera la carga de la batería, de igual manera utilizamos una batería recargable para que siempre funcione y cuando se esté cargando la batería como se muestra en la siguiente imagen



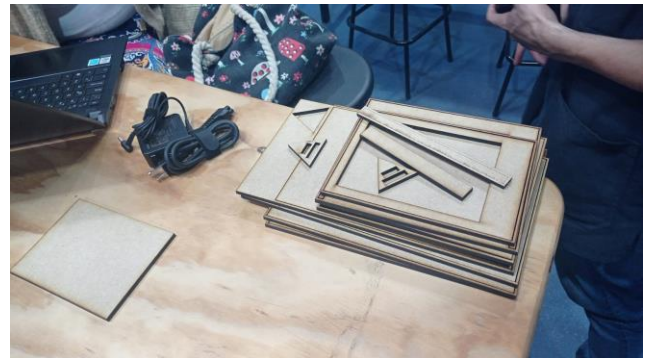
**Fig.#3** Termometro



**Fig.#4** Termómetro

### **Gabinete:**

El equipo determinó realizar un gabinete seccionado en tres partes con el fin de poder dar una gestión limpia de cables para cada circuito, el material determinado fue MDF a continuación el resultado:



**Fig.#5** Gabinete

### **Conclusión General:**

En síntesis, la realización de un monitor de signos vitales fue un proyecto en el cual se trabajaron desde aspectos de documentación y administración, hasta el área de la construcción de circuitos y filtros para cada uno de los parámetros elegidos. El hecho de construir un monitor de signos vitales que logre integrar filtros para un electrocardiograma, sensores y módulo de Bluetooth para la graficación de datos ha representado un reto significativo, pero también una oportunidad para conocer y realizar físicamente los conocimientos obtenidos en clases en este primer semestre.

En este lapso de tiempo, el equipo ha alcanzado notables resultados que reflejan el compromiso y la responsabilidad al momento de elaborar cada etapa. Cabe recalcar que hemos enfrentado desafíos que nos han permitido aprender, y refinar nuestras habilidades, uno de los retos más notorios fue la realización de una placa PCB para integrar el circuito analógico del ECG, ya que arrojaba señales con mucho ruido y no permitía observar a la perfección las señales del paciente, de igual forma la administración del tiempo no fue la ideal ya que se perdió mucho tiempo en realizar pruebas con sensores que no funcionaban. Otro obstáculo fue el diseñar la parte física del monitor, la pinza del oxímetro y la pistola del termómetro en la aplicación fushion 360°, ya que fue la





primera vez que el equipo utilizaba esta herramienta y no se tenían los conocimientos básicos para comprender su funcionalidad.

Este proyecto no solo ha sido un logro técnico, sino también logramos nuestros objetivos generales y específicos los cuales evidencian nuestro compromiso al proyecto. Hablando específicamente de los objetivos que se lograron fue la funcionalidad de cada sensor, el diseño del monitor y en la graficación de las señales.

En el futuro, esperamos que este monitor de signos vitales contribuya de manera significativa al campo médico y sirva como ejemplo de lo que es posible lograr cuando la creatividad y la dedicación se combinan con la tecnología de vanguardia. En definitiva, el éxito de este proyecto es un testimonio del talento y la perseverancia del equipo, así como un paso adelante hacia la creación de soluciones de salud más avanzadas y accesibles.

**Perspectivas.** El proyecto se encuentra en la última etapa, por lo que no está concluido, se les realizarán las correcciones a los circuitos de electrocardiograma y oxímetro.

Así también, se encuentra en proceso el ensamblaje de la caja que se presentará como prototipo final y en la elaboración de prototipo del oxímetro.

A la caja ya armada se le realizarán acabados de grabación láser del nombre del equipo y acabados de pintura para una visualización más estética y atractiva.

De la misma manera se encuentra en proceso final la pistola de temperatura o mejor conocido como termómetro infrarrojo.

En cuanto al electrocardiograma, se está realizando una placa PCB la cual facilitará el uso y precisión del mismo circuito, a diferencia del ya realizado, este PCB es una placa donde todos los sensores ya están integrados y

mejora la visibilidad debido a que no cuenta con mucho cableado y hace que se vea más limpio el circuito.

El módulo bluetooth es un sensor que facilitará la proyección de resultados que se obtendrán de cada paciente que sea conectado al monitor de signos vitales.

El código del menú de programación se encuentra en corrección debido a errores ocurridos durante la revisión del código.

### **Conclusiones individuales.**

**Conclusion Estephany:** La realización de este proyecto mediante la metodología Modelo D+i me pareció una buena oportunidad para trabajar con mis conocimientos previos en el área de la salud y para obtener nuevos con base a los temas explicados por los profesores a lo largo del semestre, principalmente de las materias de electricidad y magnetismo, programación e introducción a la ingeniería biomédica y química, así también me empapé de conocimientos nuevos a partir de lo que se pidió durante la elaboración del proyecto.

Como también aprendí sobre el manejo de aplicaciones digitales para poder realizar bocetos digitales e interactivos para la entrega de las mismas actividades semanales.

De manera personal, fue un reto trabajar en este proyecto tan interesante debido al tiempo que se tuvo, las delimitaciones y la falta de conocimiento a los nuevos parámetros establecidos.

Agradezco al equipo por la colaboración aportada y las sugerencias para mejorar y hacer que el proyecto sea funcional, correcto y estético.

**Conclusión María:** Personalmente la ejecución del proyecto ha sido un trayecto retador, pero al mismo tiempo emocionante, ya que a pesar de que hayamos tenido dificultades para la elaboración de sensores en especial con el ECG, supimos como equipar resolver esos problemas y salir adelante. No solo ha puesto a prueba



nuestras habilidades técnicas, sino también ha fortalecido la colaboración y la resiliencia del equipo.

La atención a los detalles ha culminado en un dispositivo que va más allá de las expectativas, proporcionando lecturas precisas y una conectividad inalámbrica eficiente. Considero que este proyecto representa la perseverancia, innovación y dedicación. La visión de mejorar la salud a través de la tecnología ha sido una gran motivación para poder seguir este proyecto y no rendirme y estoy orgullosa de haber sido parte de un equipo que ha logrado aquellos objetivos e innovado en esta parte de los dispositivos médicos.

**Conclusión Samantha Escalante:** Durante el proyecto universitario que acabo de concluir con mi equipo, aprendí muchas cosas, como la importancia de estar presente, revisar archivos y estar atenta a las tareas. Me hubiera gustado participar más en la creación del prototipo, aunque valoro la oportunidad que se me dio. Aprendí sobre signos vitales, sensores, costos, organización, bocetos, manejo de emociones en exposiciones, datasheets, creación de PCBs y trabajo en equipo. Aunque a veces parezca que no ayudamos directamente, todos aportamos al equipo, ya sea en la documentación o de otra forma, y esto tuvo un peso emocional para mí.

**Durante el proyecto, aprendí muchas cosas, como la importancia de estar presente, revisar archivos y estar atenta a las tareas. Me hubiera gustado participar más en la creación del prototipo, aunque valoro la**

**oportunidad que se me dio. Aprendí sobre signos vitales, sensores, costos, organización, bocetos, manejo de emociones en exposiciones, datasheets, creación de PCBs y trabajo en equipo. Aunque a veces parezca que no ayudamos directamente, todos aportamos al equipo, ya sea en la documentación o de otra forma, y esto tuvo un peso emocional para mí.**

### **Conclusión Miguel.**

Al concluir este proyecto universitario de crear un monitor de signos vitales básico con Arduino, siento una profunda satisfacción y un sentido de logro personal. Este proceso no solo me ha brindado la oportunidad de aplicar y expandir mis conocimientos en ingeniería y programación, sino que también me ha permitido conectar con el lado humano de la tecnología.

Al observar el dispositivo en funcionamiento, me doy cuenta de la importancia que tiene en la atención médica y cómo puede marcar la diferencia en la vida de las personas. El simple acto de transformar sensores y líneas de código en un dispositivo que puede monitorear y registrar signos vitales es increíblemente gratificante.

Este proyecto no solo se trata de circuitos y algoritmos, sino de la posibilidad de impactar positivamente en la salud y el bienestar de las personas. Al considerar la conexión entre la tecnología y la humanidad, estoy más convencido que nunca de que la ingeniería y la innovación pueden ser herramientas poderosas para mejorar la calidad de vida.

Además, a lo largo de este proyecto, he experimentado el valor del trabajo en equipo y la importancia de la colaboración interdisciplinaria. La combinación de habilidades técnicas, creatividad y conocimientos médicos ha sido clave para el éxito de este monitor de signos vitales.

Este proyecto me ayudó a entender el funcionamiento de varios circuitos, desde como programarlo hasta interpretar los resultados medidos a través de lecturas analógicas, así



como graficarlo para un mejor entendimiento y visualización grafica de estos mismos.

Para cerrar este proyecto no solo representa una culminación académica, sino también un paso significativo hacia la comprensión de cómo la tecnología puede ser aplicada para el beneficio directo de las personas. Espero que este monitor de signos vitales básico con Arduino no solo sea un logro en mi carrera académica, sino también un pequeño aporte al avance de la atención médica y a la mejora de la calidad de vida de aquellos que puedan beneficiarse de esta tecnología.

#### Referencias.

(10/12/2023) Recuperado de [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/gu\\_ias\\_tecnologicas/13gt\\_monitores.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/gu_ias_tecnologicas/13gt_monitores.pdf)

-Tintín Durán, E. I. (2015, febrero). Diseño y elaboración de un prototipo de Monitor de signos vitales aplicando métodos no invasivos con comunicación de datos a dispositivos móviles.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7982/1/UPS-CT004847.pdf>. Recuperado 18 de octubre de 2023. C., de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7982/1/UPS-CT004847.pdf>