

MÓDULO DIDÁCTICO PARA LAS PRÁCTICAS DE ELECTROMEDICINA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Realizado por:
Ing. Víctor López / Correo: victorlopez.maracaibo2020@gmail.com
Ing. Verónica Becerra / Correo: veronicaallegue@hotmail.com

Tutor Académico:
Dr. Luis Montiel / Correo: lnmontiel@urbe.edu.ve

Tutor Metodológico:
Dra. María Paz / Correo: mapaz1@urbe.edu.ve

Actualmente en Venezuela, según los programas formativos de diversas universidades, se evidencia un énfasis en el apartado teórico del mismo, relegando el contenido práctico a un segundo plano, de manera que el estudiantado no implementa los conocimientos impartidos a plenitud en la cátedra, de modo que éste incursiona en el área con carencias en destrezas respecto de la manipulación eficiente y fiable de los dispositivos biomédicos. El correcto mantenimiento y desarrollo de los equipos del área de la electromedicina asegura la eficiencia

del ciclo de vida útil de los mismos, y a su vez, provee al paciente de seguridad respecto del diagnóstico que está recibiendo.

La cátedra de electromedicina para la carrera de electrónica, por lo tanto, requiere de un programa actualizado orientado a suplir las necesidades del área de la salud, de manera que los estudiantes obtengan, al mismo tiempo, los conocimientos teóricos pertinentes en materia de elaboración y comportamiento de los instrumentos médicos, y conocimiento práctico que les permita solucionar problemas relativos a dichos instrumentos en el campo.

El estudiantado recibe el conocimiento solo de manera parcial, significando esto una evidente insuficiencia en la formación de profesionales que, de esta manera, estarán incapacitados para tratar con los problemas del área en cuestión, siendo esto un riesgo para la eficiencia de diagnóstico con base en los principios y métodos de la medicina y la ingeniería.

La monitorización de los signos vitales y, en general, la maquinaria de asistencia médica, está presente en todas las actividades que se llevan a cabo en los centros de salud. Los equipos de electromedicina desempeñan un papel indispensable en las intervenciones médicas, ya que durante estos procedimientos facilitan una vía segura para la recuperación del paciente y su soporte vital, salvando así millones de vidas que, de otra manera, no podrían haber recibido el tratamiento adecuado.

El no asegurar la precisión, la fiabilidad y seguridad de los equipos médicos puede acarrear errores como falsos diagnósticos, imprecisiones, accidentes como quemaduras, traumatismos, infecciones e incluso el deceso de los pacientes o del personal que manipule el equipo. Además, si los equipos médicos no son fiables, se puede generar malestar y desconfianza de los usuarios e incluso afectar notablemente la reputación de las instituciones o centros de salud

En línea con lo anteriormente expuesto, se hace evidente la importancia de capacitar adecuadamente en el apartado práctico a los futuros ingenieros que tengan el propósito de incursionar en este campo, de modo que éstos posean las destrezas y habilidades adecuadas para llevar a cabo el diseño, construcción, calibración y mantenimiento de los instrumentos.

Por tal motivo, en el presente trabajo especial de grado, se propondrá la construcción de un módulo didáctico para las prácticas de electromedicina, de manera que el estudiante tenga acceso a esta instrucción de la que la programación actual carece, fomentando así mayor calidad y seguridad en la atención sanitaria en los diversos centros de diagnóstico, y sentando las bases de conocimiento práctico necesarias para la innovación en el área.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Según la opinión de los expertos, un módulo didáctico para prácticas de electromedicina se considera como innovación y de su mano va la flexibilidad académica. Recomiendan su enfoque de manera interactiva, con la implementación de modelos virtuales o físicos de dispositivos médicos, para acercar al estudiante a la realidad de los dispositivos y su función para la cual han sido desarrollados en el área de la salud. Además, se plantea que este módulo podría ser el punto de partida para futuros módulos que tengan la capacidad de abordar distintos contextos relacionados a la cátedra llevados de la mano junto a la ingeniería biomédica y así fomentar de manera eficiente y a su vez practica la ejecución de los tópicos impartidos en la cátedra. El propósito del módulo en cuestión es servir de soporte a la elaboración de prácticas en la asignatura de electromedicina, de modo que su función fundamental es servir como herramienta de referencia y prueba para los diseños circuitales del operador del dispositivo.

La elaboración de diagramas de flujo para los módulos que integran en su conjunto el Módulo didáctico para prácticas de electromedicina en la carrera de ingeniería electrónica. En concreto, la sección de monitoreo de signos vitales requiere de programación que permita el procesamiento de las señales de entrada y la visualización de los valores medidos por los sensores, mientras que la sección de electrocardiografía y desfibrilación poseen un diagrama de bloques que ilustra el funcionamiento electrónico de los módulos.

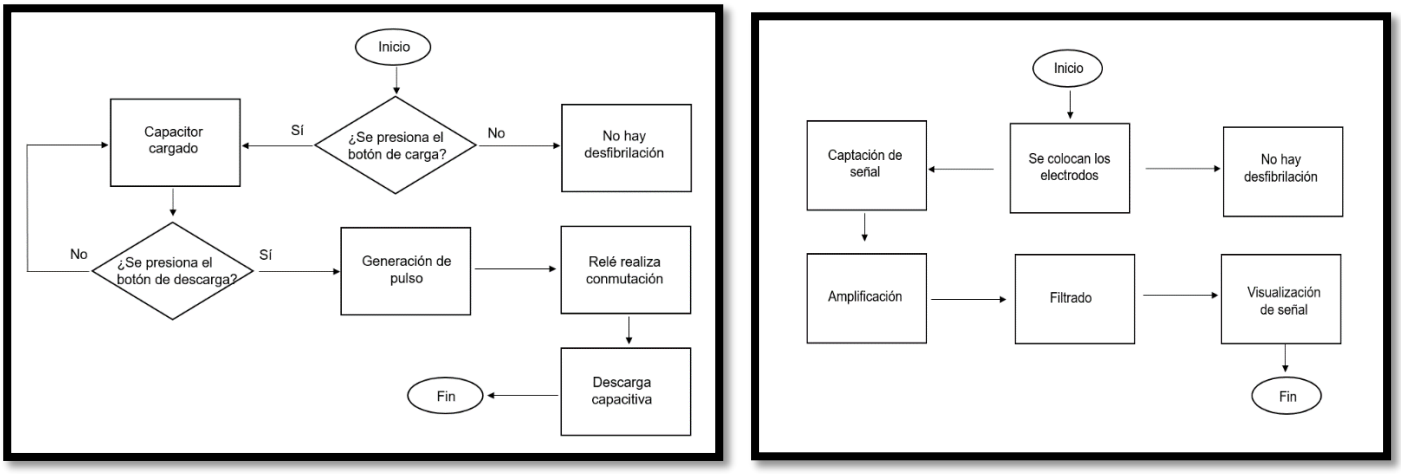


Figura 1. Ordinograma general de módulo de desfibrilación y del módulo de electrocardiografía
Fuente: Becerra y López (2024)

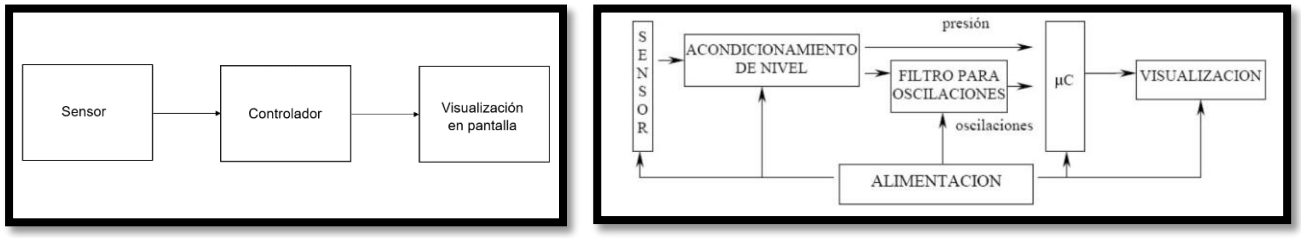


Figura 2. Diagrama de bloques de monitor de signos vitales y de presión sanguínea
Fuente: Becerra y López (2024)

Se establece el hardware a emplear en el prototipo con sus respectivos diagramas circuitales de manera detallada.

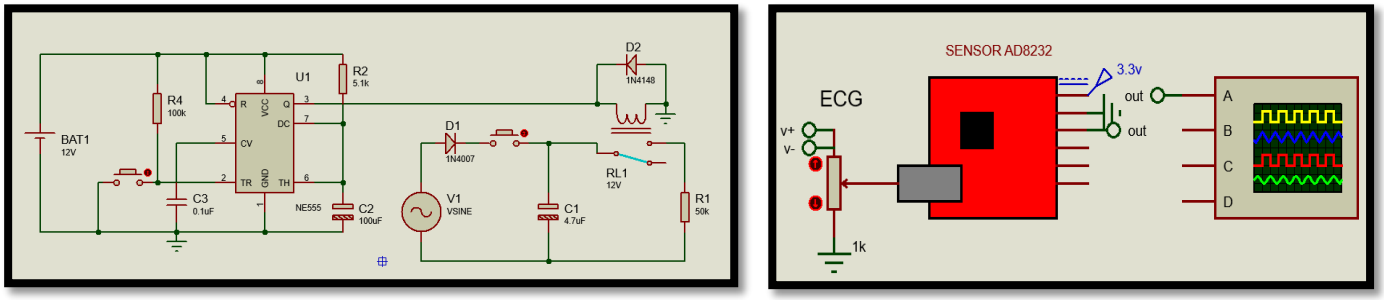


Figura 3. Diagrama eléctrico del desfibrilador y del electrocardiograma
Fuente: Becerra y López (2024)

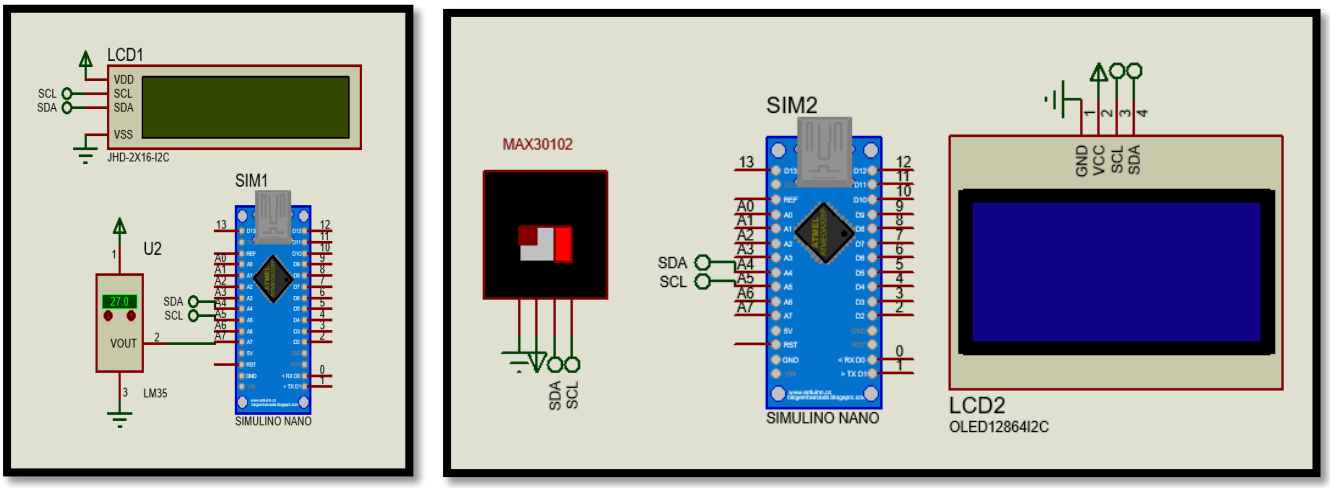


Figura 4. Diagrama eléctrico del medidor de temperatura corporal y del Oxímetro de Pulso
Fuente: Becerra y López (2024)

Una vez integrados los circuitos del módulo y realizados los diagramas pertinentes, se procede a realizar el diseño en PCB. El mismo, está estructurado de manera que el circuito completo pueda ser alimentado con una batería de 9V (A excepción de la sección de desfibrilación, la cual requerirá ser alimentada por una fuente externa.

La PCB dimensiones de 15.2 x 16 centímetros, las rutas tienen un ancho de 60 micras y tanto los Arduino como el integrado NE555 se encuentran ubicados en sockets, para que estos puedan removerse de la placa cuando sea conveniente. Utilizando el software de diseño Proteus, se procedió a realizar un modelo 3D de la tarjeta electrónica, facilitando así la visualización y análisis del diseño antes de la fabricación, Esta representación permite detectar posibles errores y optimizar el diseño.

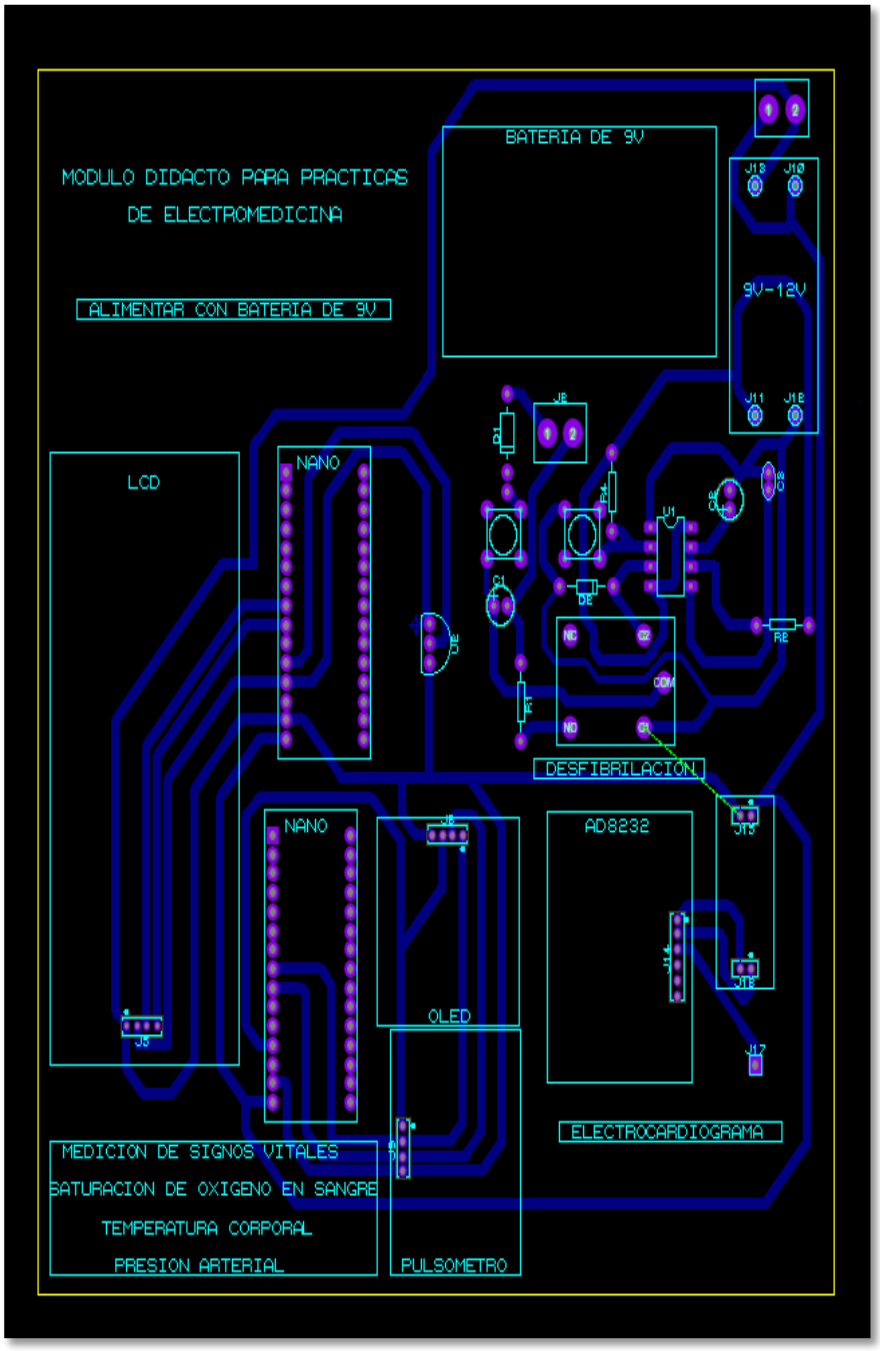


Figura 5. Diseño en PCB de la tarjeta electrónica
Fuente: Becerra y López (2024)

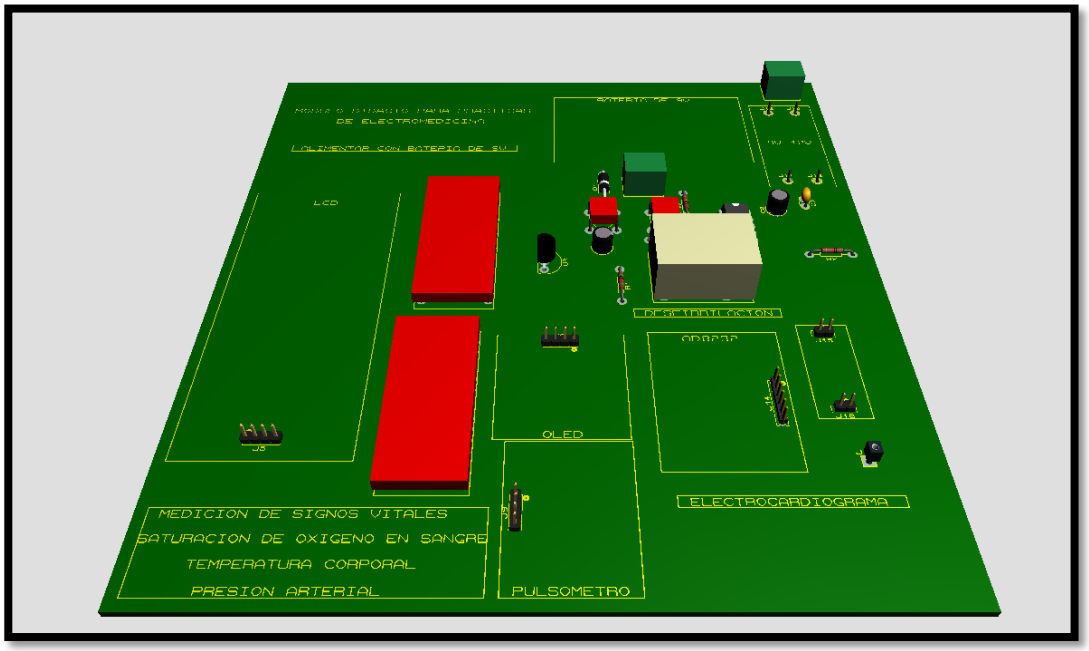


Figura 6. Modelo 3D de la tarjeta electrónica
Fuente: Becerra y López (2024)

A continuación, con una broca se realizó la perforación del circuito para la colocación de los componentes a modo “Through Hole”, es decir, a través de un orificio en el que van a ser realizadas las soldaduras locales para que dicho componente se mantenga en su lugar. Una vez hechos los orificios, fue realizada la soldadura de los componentes con estaño con el objetivo de fijarlos a la tarjeta, de esta manera concluyendo la realización de la placa electrónica de los módulos de desfibrilación, electrocardiografía y medición de signos vitales.

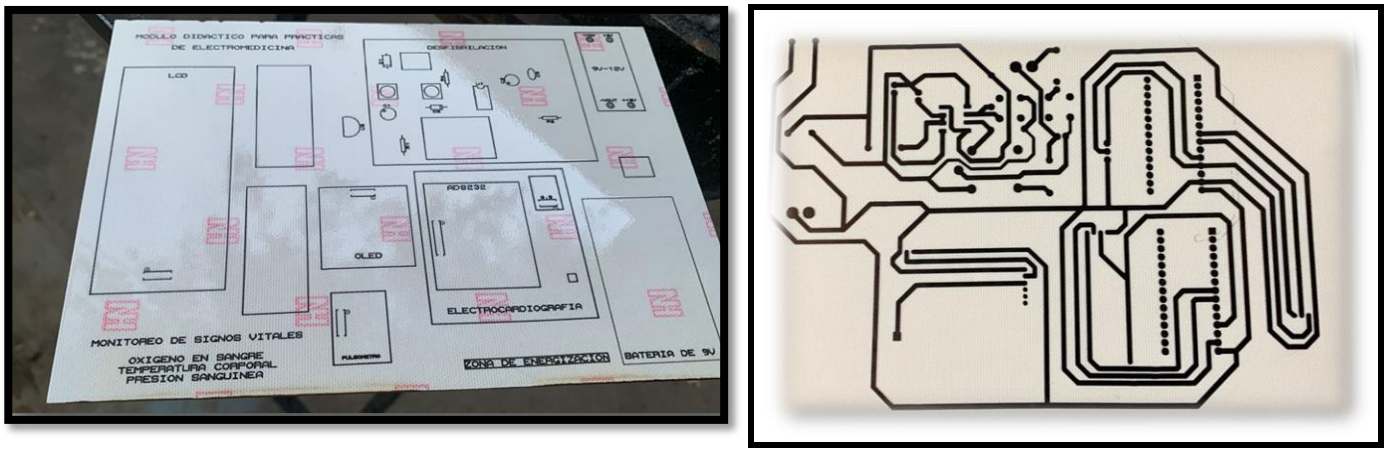


Figura 7. Serigrafía y Pistas
Fuente: Becerra y López (2024)

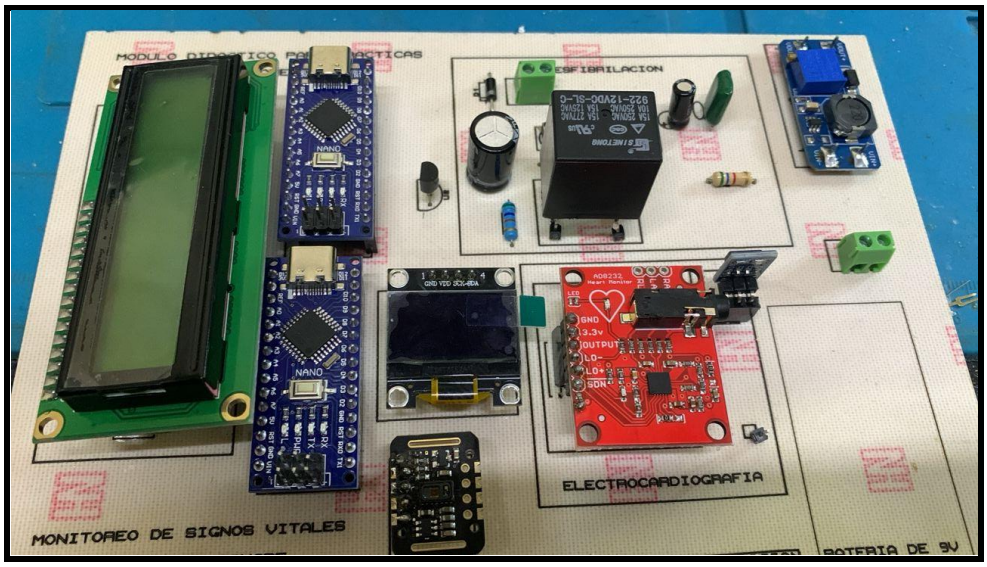


Figura 8. Componentes soldados en la tarjeta electrónica
Fuente: Becerra y López (2024)

Para las prácticas de monitoreo de signos vitales, cada una de ellas fue probada en términos de precisión de la medición del signo vital respectivo, siendo estas ilustradas en una pantalla. Para la temperatura corporal, la medición de esta variable es observable en una pantalla LCD 16x2, mientras que para la de saturación de oxígeno en sangre, dicha visualización se lleva a cabo en una pantalla OLED de 0.9 pulgadas. Tras haber sido construidos estos circuitos, la visualización de las variables fue exitosa.

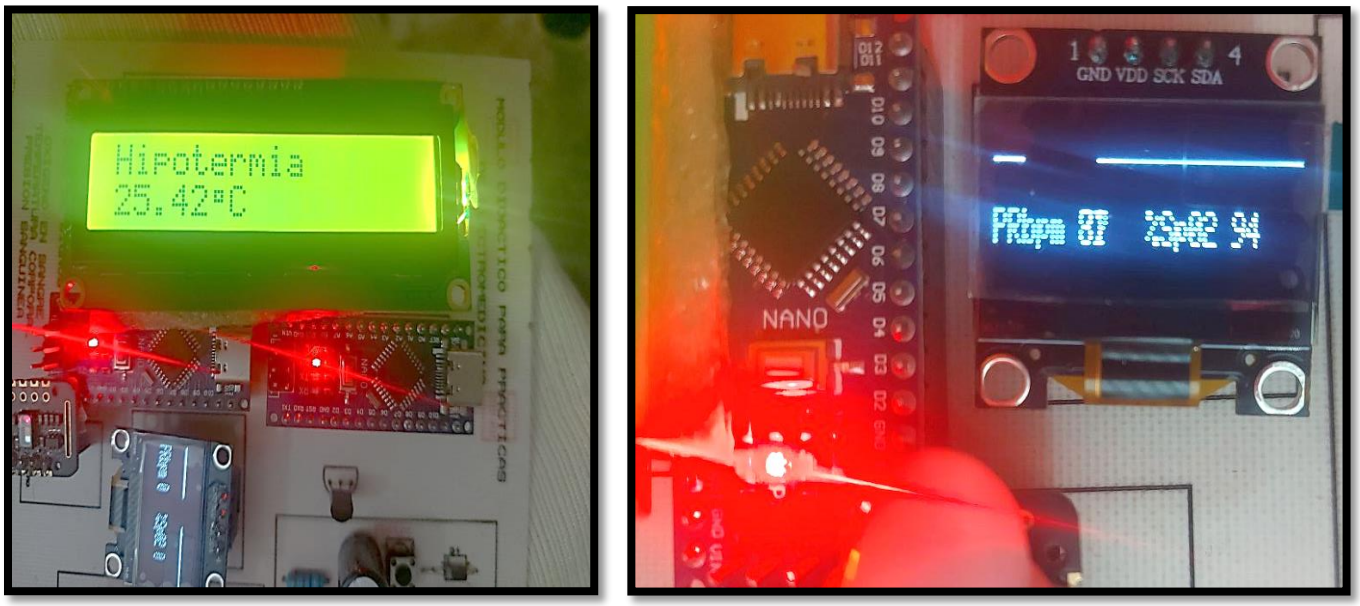


Figura 9. Medición de temperatura corporal y de saturación de oxígeno en sangre.
Fuente: Becerra y López (2024)

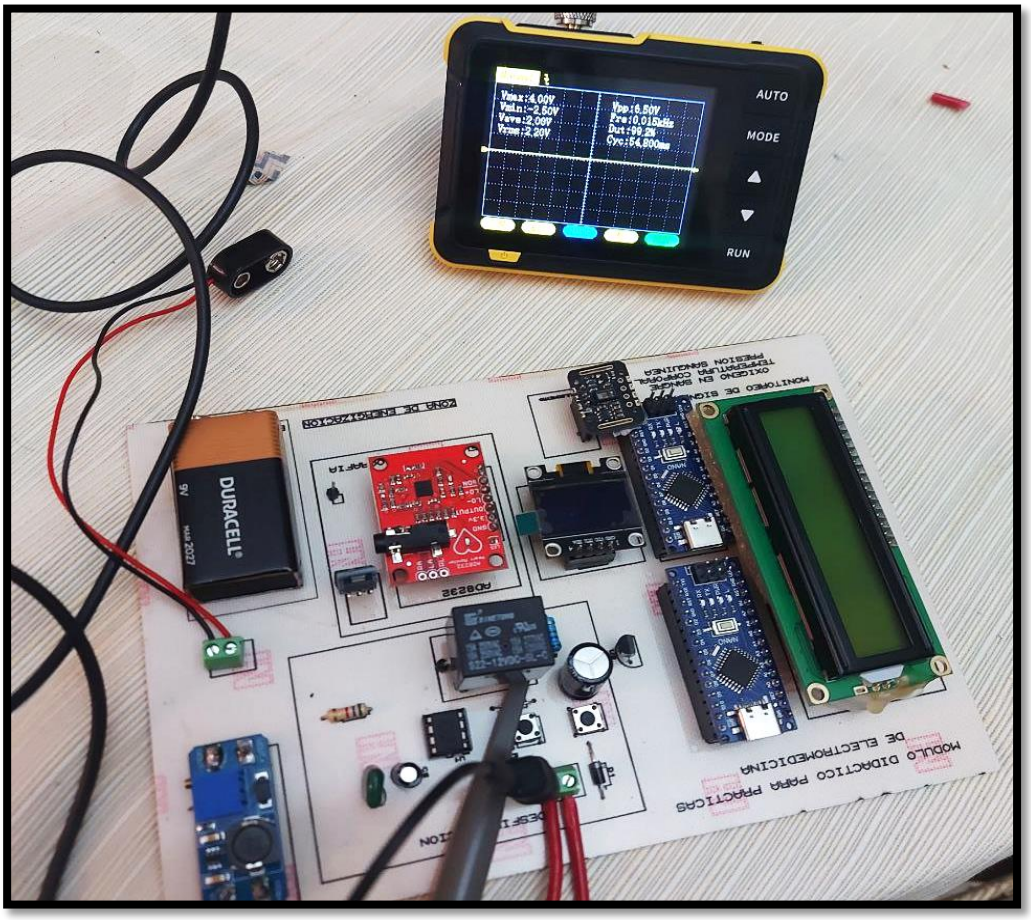


Figura 10. Prototipo Final con integración de componentes y accesorios
Fuente: Becerra y López (2024)

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un estudio exhaustivo sobre los métodos y estrategias utilizadas para la asignatura de electromedicina en la carrera de ingeniería electrónica a través de dos (2) entrevistas no estructuradas y una (1) encuesta. Las entrevistas fueron realizadas a profesionales del área, a saber, un profesor de la cátedra y un ingeniero en ejercicio en el campo de la electromedicina, y la encuesta fue hecha por los ex cursantes de la cátedra, obteniendo como conclusión de este estudio una opinión unánimemente entusiasta con la posibilidad de la realización de un módulo educativo que permita la profundización de la instrucción práctica de los estudiantes en el área de la electromedicina.

Se realizaron evaluaciones exhaustivas respecto de la funcionalidad de un módulo con fines educativos con las características requeridas por la investigación, obteniendo como resultado tanto la elaboración de una serie de estrategias didácticas efectivas, como la selección

de componentes de bajo costo y alta efectividad, materializándose esto en circuiterías replicables y económicas.

Fueron elaborados una serie de diagramas circuitales, códigos y modelos virtuales de un módulo de las características requeridas, disponiendo de software profesional de diseño electrónico, que además cumplen con las exigencias de las prácticas potencialmente incorporables a la asignatura en cuestión. Utilizando como base los modelos virtuales, diseños y diagramas circuitales realizados en el objetivo anterior, se elaboraron en físico dichos circuitos, se comprobó su funcionamiento y se procedió a realizar el prototipo a manera de tarjetas electrónicas, siendo impreso el circuito en PCB para posteriormente ser soldado, de forma que el módulo didáctico para las prácticas de electromedicina fue completamente ensamblado y materializado.

Se realizaron las pruebas requeridas de los circuitos referenciales, concluyendo con la seguridad de un prototipo exitoso que cumple con los requisitos demandados por la investigación. Se creó un manual dirigido a los usuarios del módulo, con el cual los operadores puedan tener detalles de las prácticas propuestas e incorporadas, y tengan una visión completa sobre el funcionamiento del dispositivo para su correcta utilización, de suerte que a éste le sea sacado provecho en su totalidad. Incluyendo consejos prácticos para maximizar el beneficio de aprendizaje y glosario de términos técnicos para facilitar la comprensión del contenido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Boylestad, R. & Nashelsky, L.(2003) **ELECTRÓNICA: TEORÍA DE CIRCUITOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS**,Primera Edición. Editorial FCM. La Coruña, España.

Carlson.B (1989) **SISTEMAS DE COMUNICACIÓN**, Primera Edición. Editorial Mc Graw Hill.

Daneri, P. (20) **ELECTROMEDICINA, EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO Y CUIDADOS INTENSIVOS.** Primera Edición. Editorial HASA. Buenos Aires. Argentina

Elmore, W (2013) **PROTECTIVE RELAYING THEORY AND APPLICATIONS.** Segunda Edición. Editorial Marcel Dekker Nueva York, Estados Unidos.

Gay, L. (1996). **EDUCATIONAL RESEARCH**. Estados Unidos: Prentice Hall Inc. Estados Unidos

Hayt, W. (2004) **ANALISIS DE CIRCUITOS EN INGENIERIA.** Séptima Edición. Editorial Mc Graw Hill.