



DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN DE GLUCEMIA NO INVASIVO PARA CASOS DE EMERGENCIA

Realizado por:

Ing. Santiago Barrios / Correo: sbarrios147@gmail.com

Ing. Andrés Boscán / Correo: asboscan67@gmail.com

Ing. Ricardo Prieto / Correo: rp94010@gmail.com

Tutor Académico:

Ing. Anelaina Urdaneta / Correo: anelaina.annina@gmail.com

Tutor Metodológico:

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

En la era actual de avances tecnológicos, los dispositivos electrónicos han revolucionado la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea, estos dispositivos, dotados de componentes electrónicos, han encontrado aplicaciones en diversos campos: Telecomunicaciones, computación, industrialización, redes comutadas, y la educación, incluyendo a su vez la medicina. De tal manera, estos mismos han demostrado ser herramientas poderosas para mejorar la calidad de vida de las personas, especialmente en el ámbito de la salud.



Ahora bien, en el campo de la atención médica, los medidores de glucemia han desempeñado un papel fundamental en el manejo de la diabetes y otras condiciones relacionadas con los niveles de azúcar en la sangre. Los medidores de glucemia, también conocidos como glucómetros, son herramientas esenciales que brindan información crucial para el cuidado de la salud, ayudando a los pacientes a tomar decisiones informadas sobre su dieta, ejercicio y medicación.

Los glucómetros son herramientas esenciales para el manejo efectivo de la diabetes. En la actualidad, a pesar de los avances en tecnología médica, las tecnologías no invasivas para el monitoreo de la glucemia no se utilizan ampliamente en todo el mundo. Aunque existen dispositivos y sistemas que permiten medir los niveles de azúcar en la sangre sin necesidad de punciones, la adopción masiva de estos tipos de medidores no invasivos se debe a varios factores. Uno de los principales desafíos es la disponibilidad limitada de estas tecnologías ya que no todos los países o regiones tienen acceso fácil a instrumentos no invasivos para el monitoreo de la glucemia.

Esto puede deberse a diversas causas, como sistemas de salud menos desarrollados, barreras económicas o limitaciones en la distribución y comercialización de estos dispositivos. Esta deficiencia representa un riesgo para la vida de los pacientes, especialmente en situaciones de emergencia, donde no es posible trasladarlos rápidamente al hospital más cercano. En tales casos, es crucial contar con un monitoreo remoto para obtener una respuesta oportuna y eficiente por parte del médico que atenderá al paciente.

En vista de lo expuesto anteriormente, se hace imperativo desarrollar un dispositivo electrónico no invasivo para la medición de la glucemia, que permita el envío y la visualización de los datos en una interfaz interactiva especialmente diseñada para el médico. Esto facilita una respuesta rápida y eficiente en casos de emergencia para pacientes que padecen diabetes.

Es posible detectar la absorción de la radiación infrarroja por parte de las moléculas de glucosa en la sangre, lo que permite estimar su concentración, y con la ayuda de un sensor de ultrasonido, la estimación de las moléculas de glucemia se hace más precisa, ya que este es capaz de llevar a cabo un efecto llamado “presión acústica”, que agrupa las moléculas en puntos nodales de la onda modulada generada por dicho sensor; el uso de dicho componente será basado en el principio de ondas estacionarias para poder mantener la distribución de las moléculas de manera precisa y eficiente.



OBJETIVO GENERAL

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Mediante el cumplimiento de las diferentes fases de la investigación, estas arrojaron diferentes resultados los cuales han de ser estudiados, en primera instancia, la efectividad del dispositivo diseñado, los resultados de las mediciones arrojaron una efectividad cerca del 81% en personas diabéticas, y un 80% en personas no diabéticas, estos porcentajes de efectividad van en relación a las mediciones realizadas con un glucómetro invasivo.

El dispositivo está constituido por 4 etapas, en primera instancia tenemos el amplificador de transimpedancia, el cual se encargará de amplificar la salida de la corriente de un fotodiodo, a una tensión proporcional, se estima que el circuito recibe una corriente de 34uA. Paralelamente, se utiliza un filtro pasa-banda, con un rango de frecuencias entre 0.6 y 5Hz, se construyen en base a un OPAMP y filtros RC. Seguidamente, se integra un amplificador no inversor, con una ganancia de 100, este amplificador se encargará de amplificar la señal filtrada.

Por último, el amplificador seguidor brindara una tensión estable para favorecer la linealidad del filtro activo pasa banda, esto se hace con la intención de un filtrado más lineal y preciso, debido a que, al obtener más linealidad, al mismo tiempo, las impedancias de ambos filtros se acoplan más fácilmente, ofreciendo un trabajo más óptimo.

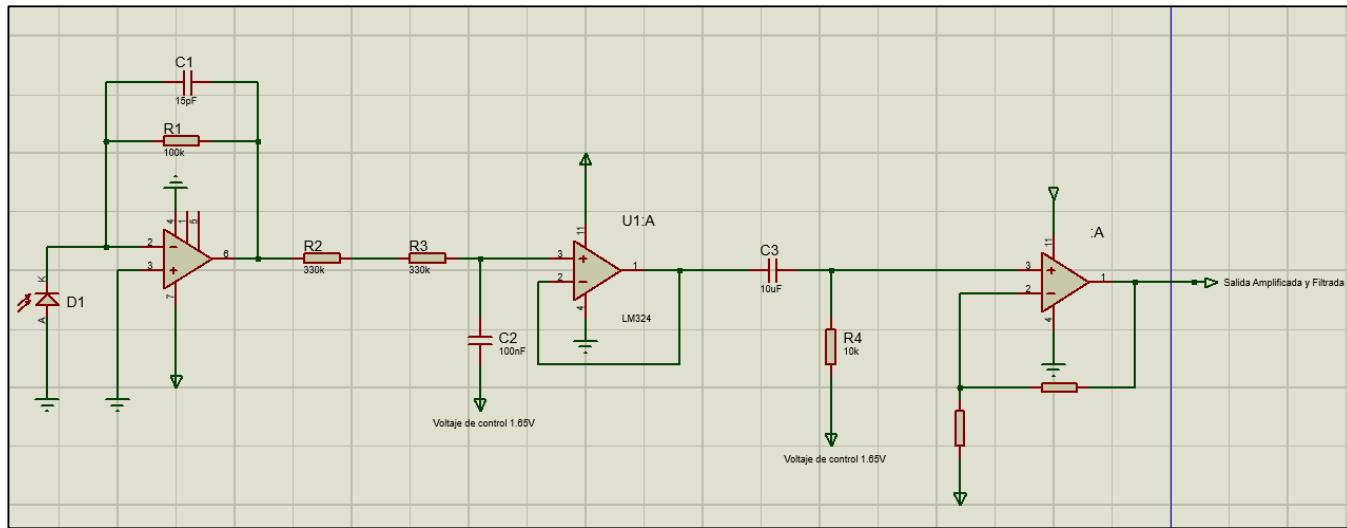


Figura 1: Circuito de procesamiento de señal
Fuente: Barrios, Boscán y Prieto (2024).

Por otro lado, la construcción del prototipo se llevó a cabo de forma exitosa, permitiendo realizar un sistema compacto y transportable, siendo este independiente de una alimentación externa,



utilizando una batería de alimentación interna recargable para su funcionamiento a largo plazo, a este prototipo se le incluyeron switches de encendido y apagado para poder ahorrar la carga de la batería, así como un switch para inicio y detención de las mediciones de glucosa.



Figura 2: Switch de encendido y apagado y pantalla OLED del sistema.

Fuente: Barrios, Boscán y Prieto (2024).



Figura 25: Switch de encendido y apagado manual del sistema.

Fuente: Barrios, Boscán y Prieto (2024).

Por último, se procedió a diseñar la página web, utilizando el protocolo de transferencia de hipertexto como protocolo de comunicación entre el servidor y la medición de glucosa, así como otras acciones, como el encendido y apagado de la medición de forma remota. A través de los



métodos GET and POST, se pueden enviar solicitudes para realizar las peticiones que se necesitó hacer. A continuación, se anexan las imágenes del código fuente, así como la página web.

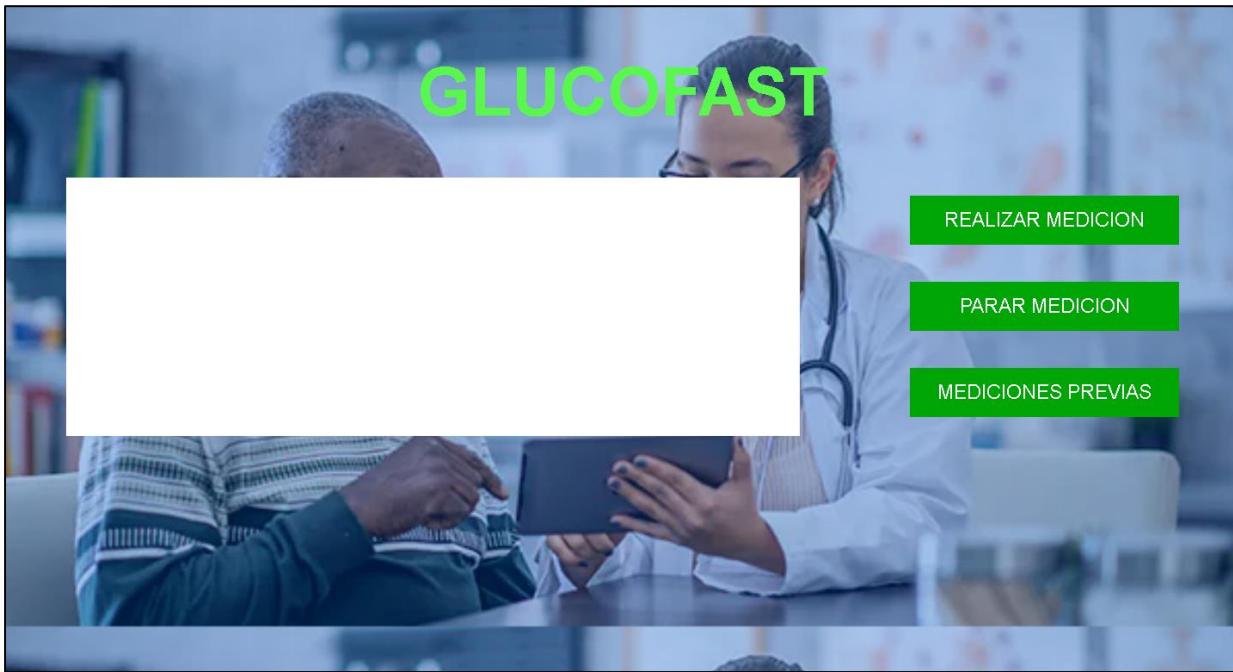


Figura 17: Página web montada en HTML y CSS

Fuente: Barrios, Boscán y Prieto (2024)

CONCLUSIONES

Tras haber realizado un análisis a profundidad, así como la verificación de los resultados obtenidos en el marco de la presente investigación, es menester presentar a continuación una serie de generalizaciones que han sido establecidas con la finalidad de dar una respuesta a cada objetivo específico planteado en el presente artículo. Estas conclusiones se contextualizan dentro del objetivo general el cual está orientado al diseño de un dispositivo electrónico para la medición de glucemia no invasiva para casos de emergencia.

En relación al primer objetivo planteado en el artículo, diseñar física y lógicamente el dispositivo electrónico para la medición de glucemia no invasiva para casos de emergencia. Para poder lograr alcanzar el objetivo, como se detalla en la fase III de la investigación, se realizaron esquemas, planos y bosquejos para poder desarrollar el dispositivo previamente mencionado, por otro lado, se creó un diseño conceptual como referencia para la creación del diseño final y la fabricación del prototipo, se utilizaron programas de simulación, entornos de programación como Arduino IDE y Visual Code Studio para poder programar el microcontrolador a utilizar.



Posteriormente, para la ejecución segundo objetivo planteado en el artículo científico, construir el dispositivo electrónico para la medición de glucemia no invasiva para casos de emergencia. Se realiza la integración de la parte del software con la parte física del prototipo, como lo expresa la fase IV, se desarrollaron los diagramas de los circuitos que integran el sistema, así como todo el software el cual estará montado en el microcontrolador, por otro lado, se desarrolló el servidor web, con la utilización de herramientas como HTML y CCS, así como C+ para el microcontrolador y procesos POST y GET propios del protocolo HTTPS, por último, se realizó la integración del hardware y software para poder comprobar la funcionalidad del mismo.

Para finalizar, el quinto objetivo es de suma relevancia en esta investigación, verificar la funcionalidad del dispositivo electrónico para la medición de glucemia no invasiva para casos de emergencia mediante pruebas de desempeño, actividad que corresponde a la última fase del presente trabajo, pudiendo a través de pruebas y herramientas de observación determinar los resultados. Se procedió a realizar una profunda revisión de la funcionalidad del dispositivo, en relación a los criterios y requisitos establecidos previamente.

Durante el exhaustivo proceso de verificación, se tomó en cuenta la capacidad del dispositivo para enviar datos al servidor web, para poder visualizar estos de forma remota, por otro lado, se verificó la efectividad del dispositivo mediante pruebas de rendimiento. De esta manera, se obtiene la confirmación de que el dispositivo construido cumple con éxito su propósito fundamental: medir la glucemia de forma no invasiva de manera rápida, siendo este un avance significativo en posibles tecnologías no invasivas en la rama de dispositivos medidores de glucosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Savant, C.J., Roden, M., Carpenter, G., (2000) **DISEÑO ELECTRÓNICO DE SISTEMAS Y CIRCUITOS.** Editorial Pearson. Colombia.
- Boylestad y Nashelsy (2009). **TEORÍA DE CIRCUITOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.** Décima Edición, Editorial Pearson Educación de México, S.A. México.
- Pérez García, M. A.; Álvarez Antón, J. C.; Campo Rodríguez, J. C.; Ferrero Martín, F. J.; Grillo Ortega, G. J. (2005). **INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA.** Editorial Thompson. Madrid.
- Borman. (1987). **Espectrometría de Absorción en el Infrarrojo.** (Documento en línea): https://www5.uva.es/guia_docente/backup/2014/469/45757/1/Documento12.pdf



Luque, R. (2020). **DISEÑO DE UN GLUCÓMETRO NO INVASIVO** [Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica, Universidad de Málaga]. Repositorio institucional de la Universidad de Málaga. Málaga, España.

González y Montaño (2015). **La espectroscopia y su tecnología: Un repaso histórico y su importancia para el siglo XX.** (Documento en línea): http://www.lajpe.org/dec15/4602_Gonzalez.pdf