

## Diseño y desarrollo de un sistema de localización de vasos sanguíneos mediante Visor NIR

Angélica. Hernández Rayas<sup>1,\*</sup>, Luis Emmanuel Plascencia Cruz<sup>1</sup>,  
Teodoro Córdova Fraga<sup>1</sup>, Nicolás Padilla Raigoza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guanajuato  
37150 León Gto., México

<sup>2</sup>Universidad de Guanajuato  
38140 Celaya-Salvatierra Gto., México

\*Buzón-e: [angelicahr@fisica.ugto.mx](mailto:angelicahr@fisica.ugto.mx)

### Abstract

Además de las múltiples aplicaciones de la radiación ionizantes en el diagnóstico clínico existe la posibilidad de emplear otra parte del espectro electromagnético tal como el infrarrojo cercano (NIR). En este trabajo se presenta el diseño y la construcción un Biosensor de NIR en un rango entre 800 y 900 nm, el cual permite la visualización de vasos sanguíneos para el procedimiento de venopunción con el objetivo de reducir el trauma del acceso venoso a los pacientes de todas las edades. También se explora la posibilidad de que el dispositivo sea empleado en la ubicación de úlceras venosas como alternativa a los venogramas obtenidos mediante rayos X.

*Palabras Clave:* Visor NIR, Venas, Acceso Venoso, Infrarrojo Cercano, Biosensor.

## 1.- INTRODUCCION

Existen ciertos problemas infecciosos asociados a los accesos vasculares, en relación con su localización son de dos tipos: locales, como la infección en la salida del catéter o la inflamación de las venas; y generales, como la bacteriemia asociada a catéter y posibles complicaciones a distancia como artritis, endocarditis, etc., por lo que un sistema que permita la ubicación más precisa de los vasos sanguíneos reduce considerablemente esta problemática.

Las fallas para acceder a las venas a menudo requieren procedimientos invasivos que aumentan el riesgo de infección para el paciente y aumentan el costo del tratamiento. Un dispositivo simple como el Biosensor puede tener un impacto significativo en la reducción del trauma del acceso venoso a los pacientes de todas las edades. Los pacientes de la tercera edad y los pacientes sometidos a quimioterapia tienen venas que son frágiles y de difícil acceso por lo que el Biosensor sería de gran ayuda en el campo médico.

## 2.- MÉTODOLÓGÍA

El espectro de luz infrarrojo-cercana NIR (Near-infrared) es una radiación electromagnética con longitud de onda menor (entre 700 y 3000 nm) a la de la luz visible (entre 350 y 700 nm, Ilustración 1).

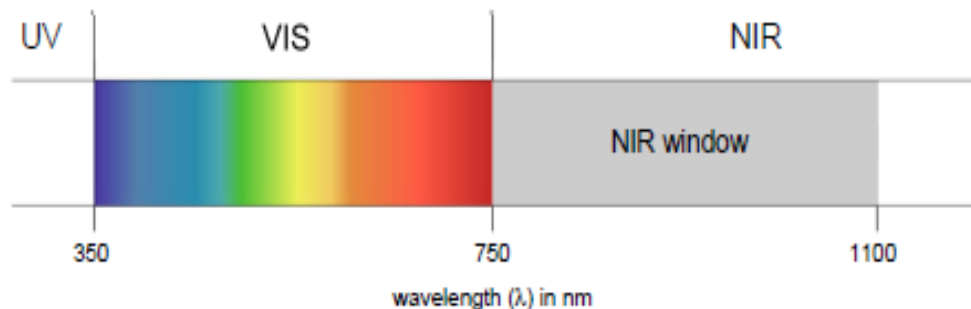


Ilustración 1 Fracción de espectro electromagnético comprendido desde el Ultravioleta (UV) hasta el Infrarrojo Cercano (NIR).

El efecto provocado por la luz infrarroja cercana en los tejidos se caracteriza principalmente en dos fenómenos: la absorción y la dispersión (Ilustración 2). La absorción consiste en la cantidad de partículas de luz (fotones) absorbidas por el tejido (moléculas conocidas como cromóforos); la dispersión a su vez consiste en el cambio de dirección provocado al entrar en contacto con el tejido. La cantidad de absorción y dispersión de una longitud de onda y tejido dependen y son determinadas respectivamente por el coeficiente de absorción y el coeficiente de dispersión.

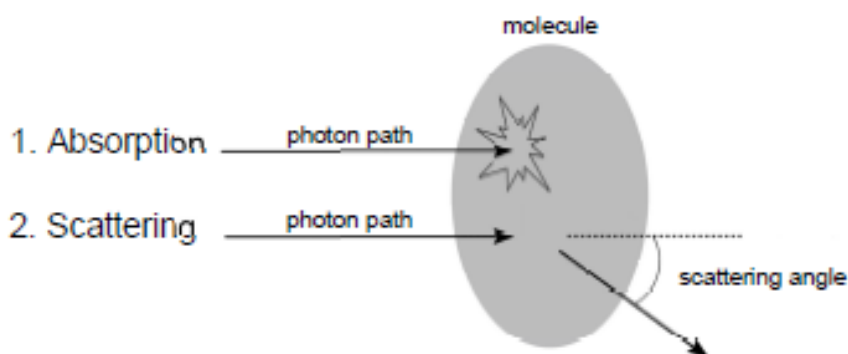


Ilustración 2 Vista esquemática de los efectos de absorción y dispersión.

Los principales cromóforos en los tejidos son la melanina y lípidos en la epidermis, hemoglobina, agua y lípidos en la dermis y grasa subcutánea.

La absorción de estos cromóforos es muy pequeña en el espectro infrarrojo cercano comparada con la parte visible del espectro. Ilustración 3.

La decreciente absorción y dispersión de cromóforos, crea una región de longitudes de onda entre los 700 nm y 1100 nm con la cual la penetración de tejidos es posible. En la parte más baja de esta región, la absorción de hemoglobina y melanina y la dispersión son altas, mientras que en la parte más alta la absorción del agua incrementa rápidamente. La región intermedia es conocida como “Ventana de Infrarrojo Cercano” y permite la visualización de los vasos sanguíneos.

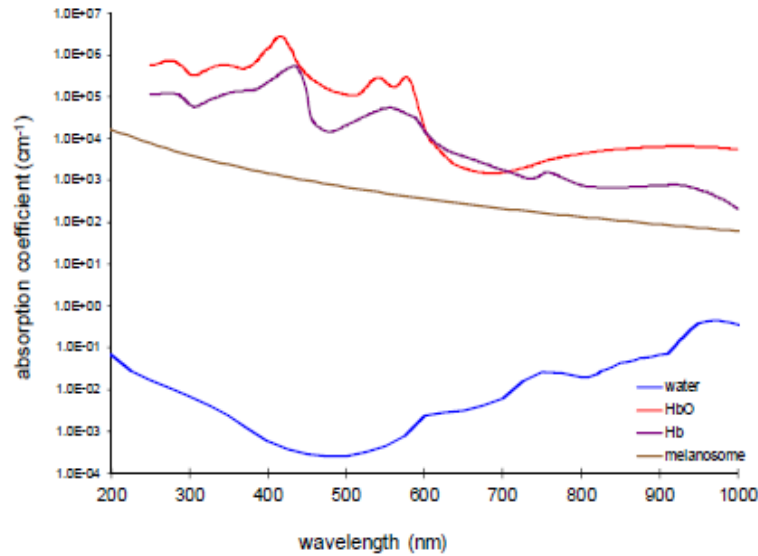


Ilustración 3 Coeficiente de absorción de los cromóforos en los tejidos

### 3.- RESULTADOS

Se definió el diseño, realizado y calibrado un sistema que permite la adquisición digital de imágenes en tiempo real mediante una aplicación Android. El diseño del panel de leds se estableció minuciosamente, se realizaron pruebas con distintas cantidades de leds en distintas geometrías y áreas de distribución obteniendo el diseño y configuración para un prototipo final, siendo este una geometría hexagonal plana sobre la cual se colocaron 6 leds de montaje superficial distribuidos homogéneamente en una placa de 20cm x 20cm; así mismo, se complementó con la parte óptica que corresponde a lentes ópticas seleccionados entre una muestra de 7 tipos distintos y sus posibles combinaciones.

Teniendo el área de interés iluminada adecuadamente se procedió a posicionar de manera adecuada la cámara la cual fue objeto de distintas pruebas con filtros infrarrojos compuestos por negativos de rollos de fotografía y finalmente combinaciones de colores en papel celofán dando como resultado un filtro infrarrojo delgado el cual permite pasar mayor cantidad de luz dando una fidelidad de imagen superior a las obtenidas en las pruebas preliminares.

La programación de la aplicación de desarrollo con base en las posibles y distintas necesidades que se tendrían en el área de pediatría de un hospital, por lo que se adecuo con la opción de editar la imagen capturada con la intención de incrementar la visibilidad de las venas y a su vez cuenta con la opción de enviar por correo electrónico la imagen capturada; esto genera una gran interés en el campo del desarrollo de software generando aplicaciones más eficientes, mejor detalladas o con opciones nuevas para satisfacer las necesidades del personal de la salud.

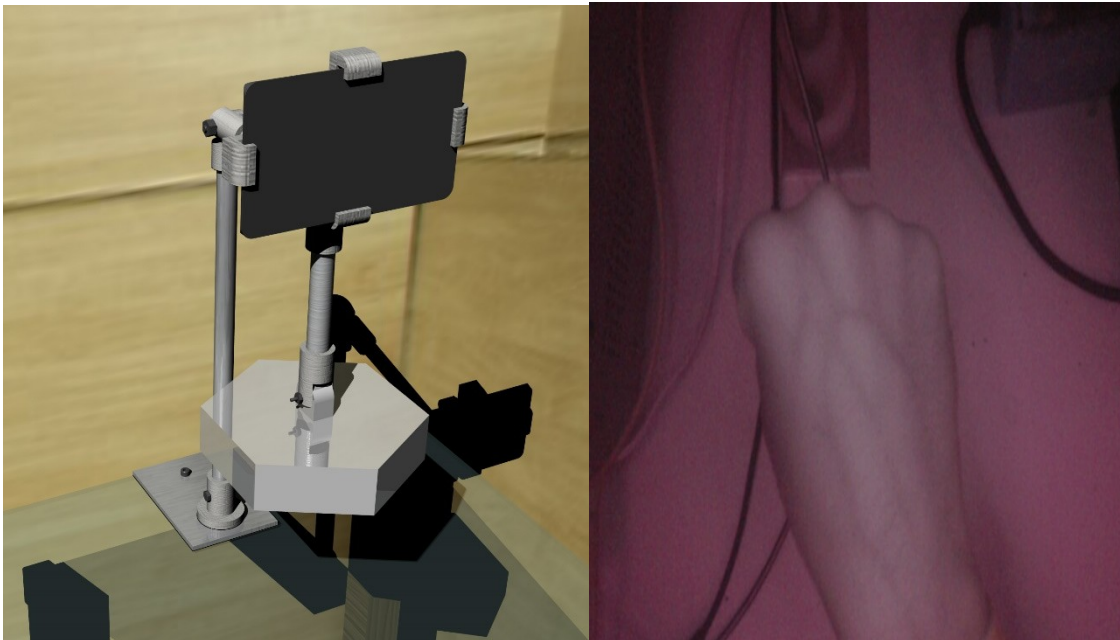


Ilustración 4 Render de prototipo a desarrollar e imagen de visualización de vasos obtenida con el prototipo

## 4.- DISCUSIÓN

En los últimos años se han realizado distintos prototipos e instrumentos actualmente comerciales para la visualización de venas por espectros de luz; sin embargo, las áreas a visualizar son pequeñas, los espectros visibles en el caso de pacientes neonatos generalmente puede ser irritante para su piel y en algunos casos el costo de estos equipos es muy elevado,

por lo que se ha optado por desarrollar este prototipo de iluminación infrarroja cercana permitiendo la visualización de un área amplia perdiendo la menor cantidad de datos posible a un costo accesible.

## **5.- CONCLUSIÓN**

La implementación de equipos de bajo coste diseñados correctamente permite la optimización de los recursos de cualquier empresa y/o asociación sin perder de vista la calidad de atención ofrecida, en este caso, a los pacientes; cabe destacar que este es un prototipo y se pueden generar mejoras como la utilización de lentes para mejorar la penetración del espectro en la piel; de igual manera, es posible desarrollar una etapa de procesamiento de imágenes con resultados prometedores en el campo de la detección de características sanguíneas con métodos no invasivos.

### **Agradecimientos**

Agradezco inmensamente a la División de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Guanajuato por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto, Dr. Teodoro Córdova Fraga, Dr. Nicolás Padilla por sus enseñanzas y su gran apoyo, Lic. Emmanuel Plascencia por estar apoyarme a desarrollar el proyecto y concluirlo.

## **REFERENCIAS**

- Cuper, Natascha Jacqueline, 2012, Near-infrared vascular imaging in peripheral venous and arterial access.
- Villaseñor Mora, Carlos, Sanchez Marin, Francisco J., Garay Sevilla, Maria E., Contrast enhancement of mid and far infrared images of subcutaneous veins, Article in Infrared Physics & technology, Enero 2008.

Cees LM; Nolan HE; Rivera-Montalvo T; Azorin-Vega C. (2011). *A new procedure to obtain a the ceramic  $X_2Y^3M$* . **Report 231024/MX** Los Robles National Laboratory. Venezuela.

Hess, Holly A., *Pediatric Nursing*, Septiembre-Octubre 2010, Vol. 36, No. 5.

Eugen-Matthias Strehle. *Telemedicine and e-Health*. October 2010, 16(8)

Marcotti, Aida, Hidalgo, Maria Belen, Mathé, Ladislado, *Non-Invasive Vein Detection Method Using Infrared Light*, *IEEE Latin America Transactions*, Vol. 11, No. 1, Febrero 2013.