

## PROTOTIPO PARA MONITOREO DE SIGNOS VITALES CON ARDUINO Y LCD

Ing. Nilda Fabiola Encarnacion Avalos  
fabi-nil.34@hotmail.com

Ing. Pablo Antonio Arellano González  
pabloaag@gmail.com

Dr. Juan Carlos Herrera Lozada  
jlozada@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional  
Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en  
Cómputo

### Resumen

En la actualidad, la necesidad de saber el estado de salud de una persona por medio de diagnósticos médicos inmediatos es cada vez más alta (Domínguez, 2016). Actualmente en México, diversos servicios de salud han implementado iniciativas de desarrollo de teleconsulta dirigida a la población más vulnerable (Villalobos, 2011). Sin embargo, la limitación de tener un equipo de alto costo o la dificultad de adquirir atención médica de un centro de salud crea la necesidad de implementar un prototipo que por medio de Arduino y sensores biomédicos monitorean signos vitales como temperatura corporal (sensor MLX90614), ritmo cardiaco (sensor de pulso) y el oxígeno en la sangre (sensor MAX30100) y de esta forma se puede obtener un prediagnóstico del estado de salud de un paciente ya que son parámetros que se pueden medir en una institución, casa o en alguna emergencia médica. Los datos del prototipo serán visualizados por el puerto serial de Arduino y por medio de un LCD (16x2).

### 1. Introducción

El deseo del paciente por obtener un diagnóstico inmediato y el deseo de obtener el resultado no solo en centros de salud si no donde está el paciente (Barros, 2019) da un lugar de suma importancia a la instrumentación médica que actualmente está presente en casi todos los procedimientos médicos desde el diagnóstico hasta el tratamiento. Para hacer mediciones en los pacientes se deben considerar las principales características de los sistemas fisiológicos del organismo, como el sistema cardiovascular, sistema nervioso y el sistema respiratorio para así tener una descripción desde el punto de vista de la ingeniería (Poblet, 1997).

#### 1.1. Instrumentación biomédica

La instrumentación es definida como cualquier dispositivo que permite obtener la lectura del valor de una magnitud por lo que la instrumentación biomédica es la encargada de obtener información de los seres vivos.

Para tener un sistema de monitoreo se establecen sensores/transductores que convierten una magnitud física a otra y por medio del acondicionamiento de señal se amplifica, filtra y adapta la señal para desplegarla en el dispositivo de salida (pantalla/display) (Estrada, 2015).

#### 1.2. Sensores Biomédicos

El sensor biomédico es una interfaz de comunicación entre el sistema biológico y el sistema electrónico. La tarea de investigación de estos sensores es obtener un diagnóstico y monitoreo de enfermedades, esta área también busca desarrollar sistemas de control que puedan ser implementados en el cuerpo humano capaces de operar por largos periodos de tiempo.

**1.2.1. Clasificación de los sensores biomédicos.** Los sensores biomédicos son también conocidos como sensores físicos aplicados a la medicina y su clasificación se rige por los siguientes aspectos (Alonso, 2015):

- Parámetro físico que miden (presión, temperatura, flujo, PH, etc.).
- Función (terapéutico, diagnóstico, monitoreo, asistencia, etc.).
- Principio de transducción (resistivo, capacitivo, inductivo, etc.).
- Sistema fisiológico (cardiovascular, pulmonar, nervioso, etc.).
- Niveles de riesgo.

1.2.2. Sensores biomédicos para monitorear signos vitales. El sensor MAX30100 es un sensor especializado para determinar la saturación (porcentual) arterial de oxígeno SpO<sub>2</sub> (pulsioximetría). Este sensor tiene un LED rojo y otro infrarrojo que iluminan un dedo alternativamente durante un lapso.

El sensor de frecuencia cardíaca plug-and-play es un sensor de pulso que se puede conectar al lóbulo de la oreja o la punta del dedo.

El sensor MLX90614 es un sensor infrarrojo que mide la temperatura ambiente y la temperatura de objetos con la que también se puede obtener la temperatura corporal de las personas.

**1.2.3 Pantalla LCD (16X2).** Las pantallas LCD se utilizan en aplicaciones industriales de medianas empresas y en últimos los últimos años se han incorporado a las prácticas estudiantiles gracias a que la pantalla de cristal (Liquid Cristal Display) es fácil y de costo accesible. Su comunicación con Arduino puede ser en paralelo y en este trabajo se utilizará la pantalla LCD 16X2 (negro sobre fondo azul) que tiene la capacidad de presentar 16 caracteres de manera horizontal en dos renglones y cuenta con una dimensión de 80mm\*35mm\*11mm.

### 1.3 Arduino y los sistemas embebidos

Arduino es una plataforma de desarrollo electrónico que utiliza un microcontrolador reprogramable. Arduino presenta diferentes modelos de placas, cada una con propósitos diferentes y en este trabajo se seleccionó Arduino Nano, debido a su tamaño compacto y a su microcontrolador ATmega328P que cuenta con 14 pines de entrada/salida (de los cuales 6 son compatibles con PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de 16MHz y una conexión Mini USB (Ojeda, 2018).

Por medio de Arduino se pueden crear sistemas embebidos médicos que desarrollan funciones específicas como el monitoreo del estado de salud de un paciente ya que se entre enlazan interfaces, periféricos de entrada, software de ejecución y periféricos de salida para lograr que el sistema embebido permita dar un diagnóstico médico inmediato.

## 2. Desarrollo

Se desarrollo un sistema de adquisición de datos que por medio de Arduino obtiene la lectura de la temperatura corporal de un paciente con un sensor colocado en la axila. El porcentaje de oxígeno en la sangre y el ritmo cardiaco se obtienen al colocar un dedo sobre un led infrarrojo y los datos son mostrados en el monitor serial y por medio de un LCD (16x2).

### 2.1 Diseño del hardware

Para el diseño del hardware se conectó el sensor MAX30100 del pin SCL y SDA al pin A5 y A4 respectivamente de Arduino y el pin VIN del sensor a 5V y su respectiva tierra de 5V además de agregar 2 resistencias de 4.7kohms en los pines A4 y A5 de Arduino a la tierra compartida. Se utilizan los pines A4 y A5 de Arduino debido a que el sensor MAX30100 trabaja con I2C por lo que se debe iniciar la transferencia en el bus y generar la señal de reloj (CLOCK) de Arduino (Nota: el sensor requiere de una modificación que es desoldar las resistencias que se encuentran en la parte superior de la terminal SDA).

El sensor BPM, se constituye de 3 pines por lo que, si vemos el sensor con el corazón de frente, el primer pin de izquierda a derecha será conectado a GND de Arduino, el siguiente pin del sensor será conectado a 5V del Arduino y el ultimo pin del sensor se puede conectar a cualquiera de los pines analógicos, en este diseño se seleccionó el pin analógico A0 de Arduino.

El sensor MLX90614 cuenta con 4 pines que son alimentación, tierra, I2C clock e I2C data para este sensor se debe agregar 2 resistencias de 10Kohms para hacer pull-up en las terminales de I2C, el pin

de tierra del sensor se conecta a GND de Arduino correspondiente al voltaje de 3V3 de Arduino por lo que el pin de alimentación se conecta a 3V3 de Arduino.

La conexión de la pantalla LCD 16x2 puede ser un tanto laboriosa por la cantidad de conexiones que con lleva para la lectura de datos con Arduino, en la tabla 1, se indica la conexión:

**Tabla 1.** . Conexión LCD 16x2 con Arduino.

<b>Conexión LCD 16x2 con Arduino</b>			
<b>LCD</b>	<b>ARDUINO</b>	<b>LCD</b>	<b>ARDUINO</b>
<b>K</b>	<b>GND</b>	<b>RW</b>	<b>GND</b>
<b>A</b>	<b>5V</b>	<b>RS</b>	<b>D12</b>
<b>D7</b>	<b>D2</b>	<b>VO</b>	<b>P2</b>
<b>D6</b>	<b>D3</b>	<b>VDD</b>	<b>5V</b>
<b>D5</b>	<b>D4</b>	<b>VSS</b>	<b>GND</b>
<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>E</b>	<b>D11</b>

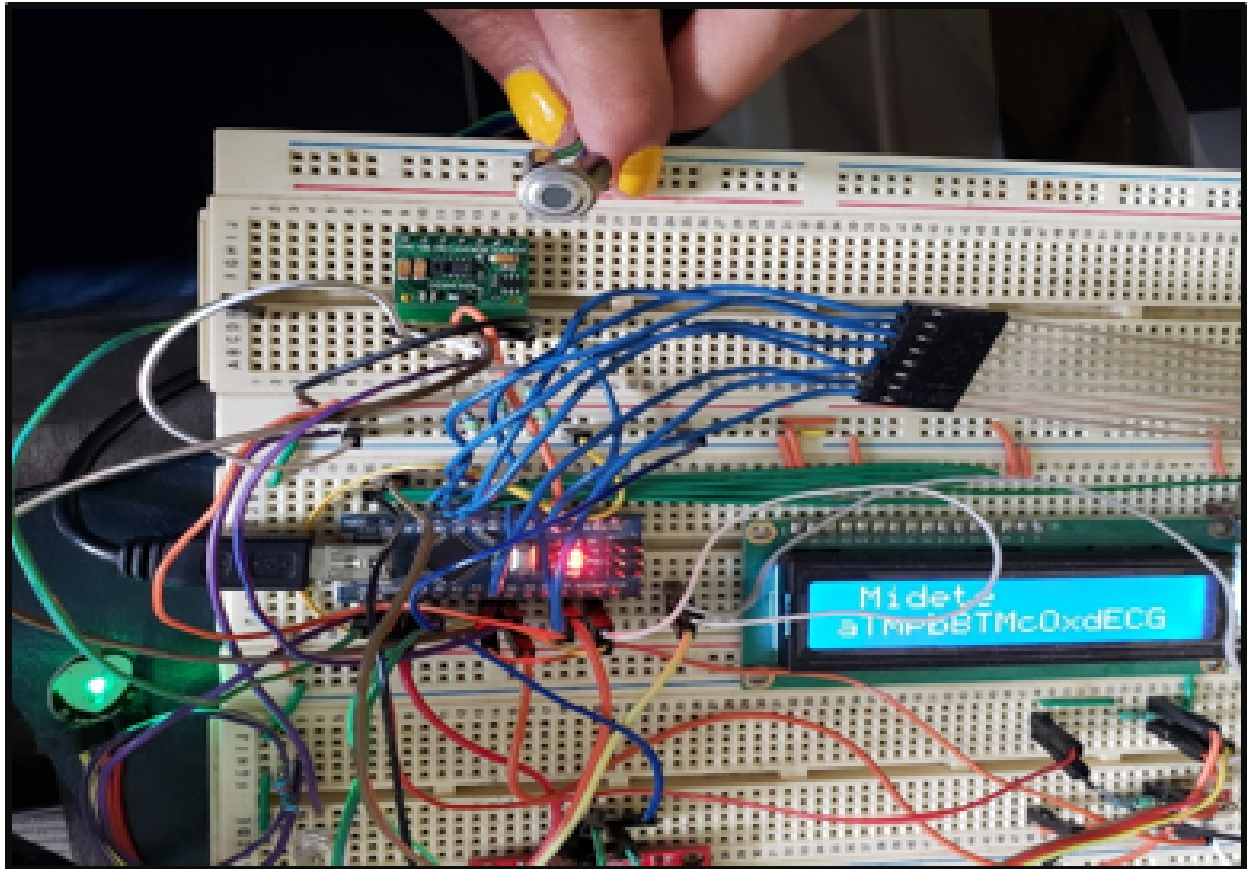
Se debe agregar un potenciómetro para ajustar el brillo de la pantalla LCD, por lo que su valor debe ser de 10kohms. Visto el potenciómetro de manera frontal el orden de sus pines comienza de izquierda a derecha empezando por tierra (GND), salida de la señal (P2) y entrada de la señal por lo que la conexión hacia Arduino será GND, A0 y VCC respectivamente al orden ya mencionado.

### 2.2 Diseño del Software

El programa se realizó en el IDE de Arduino versión 1.8.6 en C++ y se utilizaron las librerías Adafruit\_ML90614.h, MA30100\_PulseOximeter.h y LiquidCrystal.h, todas se descargaron directamente del sitio web de GitHub. La lectura de cada sensor es independiente por lo que la pantalla LCD muestra los datos de lectura de los sensores en cada segundo y también se muestran en el monitor serial de Arduino.

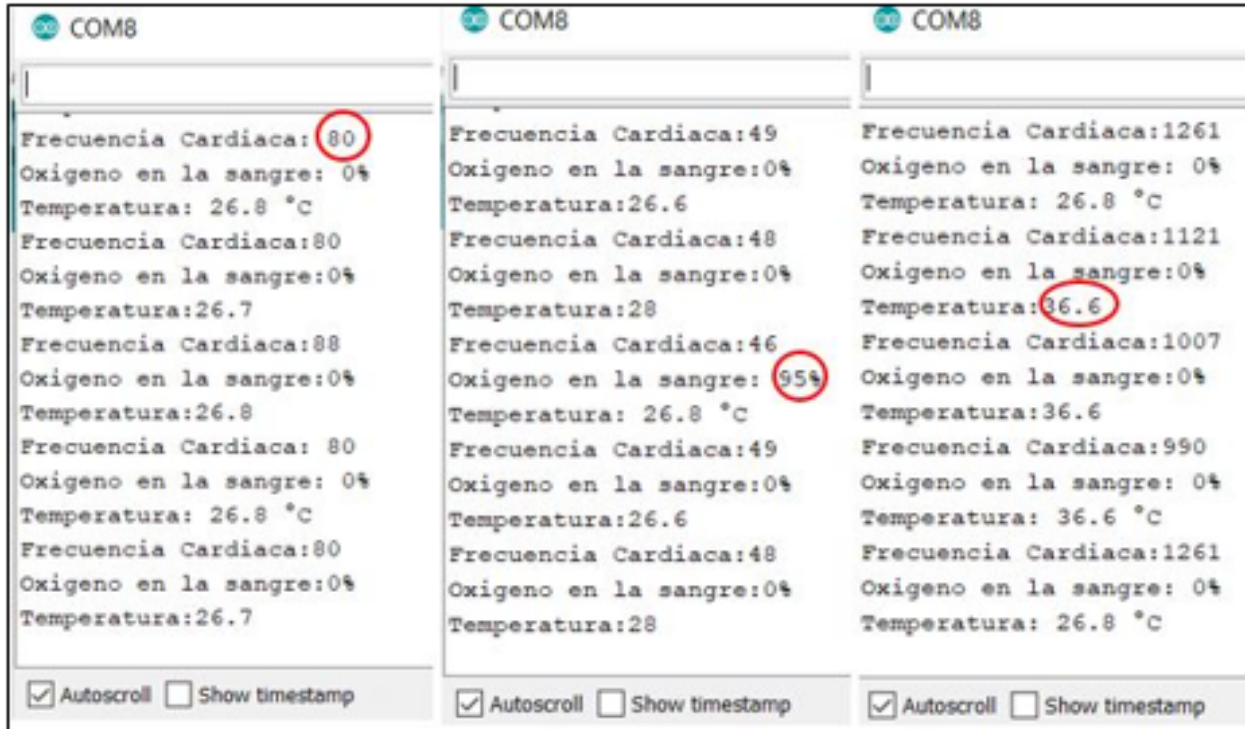
### 3. Resultados

En la figura 1 se muestran los sensores BPM, MLX90614 y MAX30100 junto con Arduino Nano y la pantalla LCD. En la pantalla LCD se muestran los datos medidos con actualización de 1 segundo.



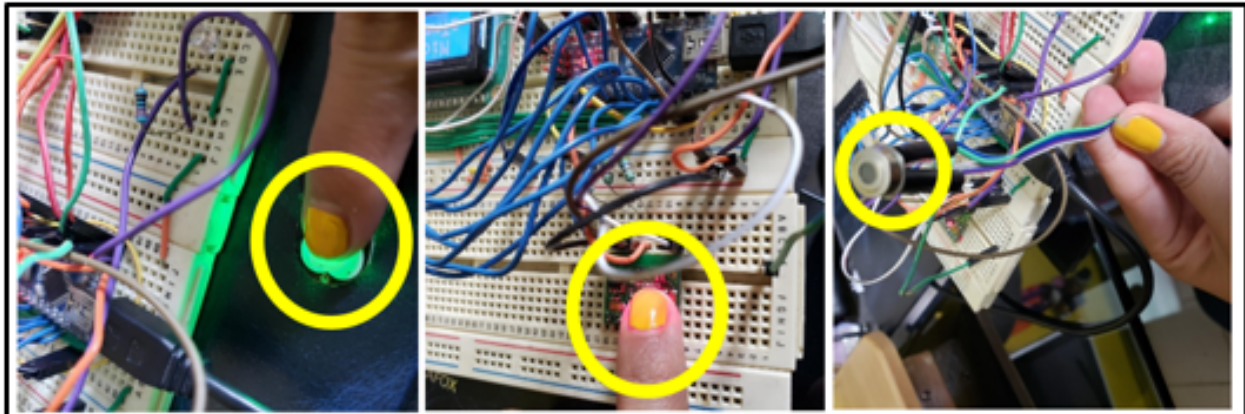
**Figura 1.** Prototipo para monitoreo de signos vitales con Arduino.

En la figura 2 se muestran los datos por medio del monitor serie:



**Figura 2.** Parámetros de los sensores BPM, MAX30100 y MLX90614.

El primer círculo en rojo es el resultado de la medición del sensor BPM, en el que se colocó el dedo índice sobre el led verde. El segundo círculo es el resultado de la medición del sensor MAX30100, en el que se colocó el dedo índice sobre el led rojo. El tercer círculo en rojo es el resultado de la medición del sensor MLX90614, este sensor fue colocado debajo del brazo a la altura de la axila. En la figura 3, se muestra el funcionamiento de los sensores.



**Figura 4.** Sensores BPM, MAX30100 y MLX90614.

### Conclusiones

El cuidado a los pacientes de todas las edades puede ser costoso y presentar complicaciones para llevar a cabo esta tarea, sin embargo, el proyecto propuesto en este artículo presenta una solución

para obtener un prediagnóstico al estado de salud de los pacientes por medio de Arduino y sensores especializados.

#### Referencias

1. Alonso, D. D. (2015) *Caracterización y modelado de sensores capacitivos para aplicaciones médicas*. Tonantzintla, Puebla: INAOE.
2. Barros, O. (03 de Octubre de 2019) *Slide Player*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/3925591/>
3. Domínguez, G. A. (Abril de 2016) Universidad Simón Bolívar Decanato de Estudios Profesionales Coordinación de Ingeniería Electrónica. Recuperado el 02 de Octubre de 2019
4. Estrada, J. A. (2015) *Bioinstrumentación y sensores biomédicos*.
5. Ojeda, L. T. (2018) *Arduino*. Obtenido de [Arduino.cl: mcielectronics.c](http://Arduino.cl/mcielectronics.c)
6. Poblet, J. M. (1997) *Introducción a la bioingeniería*. Serie Tecnologías en Salud.
7. Villalobos, J. Á. (2011) *Telemedicina. Tecnologías en Salud*, 16.