

SENSOR MAX30102 CON ARDUINO PARA LA DETECCIÓN DE LA OXIGENACIÓN EN LA SANGRE

Erendira Mejia Oropeza Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 Erenmejia16@gmail.com	Rogelio Fernando Hernández Alarcón Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 15529@uagro.mx	Jorge Vázquez Galarce Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 13216@uagro.mx	José Fernando Castro Domínguez Av. Lázaro Cárdenas. S/N Facultad de Ingeniería Chilpancingo, Gro. 39000 17808@uagro.mx
--	---	--	---

RESUMEN

La función principal de un oxímetro es monitorear los niveles de oxígeno en la sangre, donde se miden la cantidad de glóbulos rojos que circulan en el organismo, para ello en este artículo de investigación se llevó a cabo la comparación de un oxímetro comercial y con el sensor max30102, para comprobar la eficiencia y poder crear un oxímetro que ayude a reducir costos en comparación de un oxímetro comercial. Para la programación de este circuito se utilizó ARDUINO MEGA por su mayor capacidad de manejo de variables con mayor longitud. Para comprobar la eficiencia de nuestro oxímetro casero se realizó un experimento controlado con 20 pacientes, con un rango de edad de los 16 años hasta 56 años para tomar sus datos, como son: 1) Edad, 2) Estatura, 3) Sexo, 4) Enfermedad patológica (hipertensión, diabetes), 5) Valores de oxigenación a partir del sensor max30102 y el oxímetro casero easytao 4 en 1, en base a ello se realizaron unas tablas y unas gráficas.

Palabras reservadas

Arduino, Spo2, Hb, Hipoxemia, Eaytao, datasheet

INTRODUCCIÓN

Debido a la pandemia Covid-19 que estamos viviendo en todo el mundo y en específico el estado de Guerrero no se cuenta con los recursos necesarios para apoyar a los médicos en este caso es de suma importancia un oxímetro o pulsímetro ya que es de mucha utilidad para medir los niveles de la saturación del oxígeno en la sangre, ya que esto permite ayudar a los doctores a verificar si un paciente necesita oxigenación urgente. Por ello, en este artículo tiene como objetivo medir los costos, la calidad, la eficiencia, para la elaboración de un oxímetro casero.

Este artículo consta de 3 capítulos, el primero se realiza una investigación a fondo sobre el oxímetro, el Arduino y el sensor max30102, su funcionamiento, en el segundo capítulo se muestra la construcción del oxímetro casero con la utilización del sensor, el diagrama elaborado a partir de las conexiones realizadas con el lcd, ARDUINO y max30102, una explicación básica del funcionamiento del código. Y el último capítulo se llevan a cabo el caso experimental del oxímetro max30102 en él se lleva a cabo las comparaciones de ambos oxímetros que es el casero y el comercial para ver el tiempo que se toman en medir la oxigenación y los valores de oxígeno que marca cada sensor.

1.- OXÍMETRO, ARDUINO Y SENSOR DE OXÍGENO MAX30102

1.1 OXÍMETRO

En 1862 el profesor alemán Félix Hoppe Seyler, señala el término de hemoglobina (Hb) y reconoce que la sangre oxigenada se puede diferenciar. El oxímetro fue inventado en 1940 por un fisiólogo estadounidense llamado Glenn Allan Milikan, que es reconocido por introducir la oximetría en la medicina clínica. En 1972 el ingeniero japonés Takuo Aoyagi logró la mejora de la invención del oxímetro de dedo de la actualidad y la patente se otorgó en 1979 a los inventores Nihon Kohden, Michio Kishi y por supuesto Takuo Aoyagi.

La forma de medir la oxigenación es colocar el dedo índice de cualquiera de las manos, pues es una de las partes del cuerpo junto con el lóbulo de la oreja, donde existe más microcirculación^[1] La función principal de un oxímetro es monitorear el nivel de oxígeno en la sangre dónde se pueden medir los glóbulos rojos que van circulando por el organismo e interpretar cuánta hemoglobina está circulando y calcular la saturación de oxígeno en la sangre del paciente.^[2]

Una hemoglobina funcional se enlaza con cuatro moléculas de oxígeno, se le considera hemoglobina oxigenada (HbO₂) cuando esta carga menos de cuatro moléculas de oxígeno se trata de hemoglobina reducida (Hb). Lo que se mide con un pulsioxímetro es una magnitud denominada saturación funcional o saturación periférica de oxígeno (SpO₂), esta es una estimación basada solo en las mediciones de HbO₂ y Hb,

Sin embargo, la presencia de hemoglobinas disfuncionales como la COHb puede causar mediciones erróneas, por lo tanto, la saturación arterial de oxígeno y la saturación periférica de oxígeno son medidas diferentes, siendo SpO₂ obtenida a partir de muestras de sangre arterial examinadas por un analizador de gases (método conocido como gasometría arterial)^[3]

Tabla 1. Niveles de oxigenación para la medición de la oxigenación en la sangre. [4]

Niveles normales	Nivel que se considera bajo y que puede requerir suplementos de oxígeno
100 SPO2, 99 SPO2, 98 SPO2	90% se considera hipoxemia
97 SPO2, 96 SPO2 Y 95 SPO2	80% se considera hipoxemia severa

ET EASYTAO 4 EN 1 OXÍMETRO DE DEDO CON PANTALLA OLED. [5]

Para el caso del estudio se utilizará el oxímetro comercial del modelo ET EASYTAO 4 en 1 oxímetro de dedo con pantalla oled. Este oxímetro detecta y muestra en aproximadamente de 5 a 7 segundos la saturación de oxígeno en la sangre SpO2, frecuencia e intensidad de pulso-PR/bpm, índice de perfusión-PI y frecuencia de respiración-RR

USO CORRECTO DEL OXÍMETRO [6]

- Limpiar la superficie del sensor con un paño suave
- Colocar el dedo en el sensor a la altura de la uña.
- Las uñas bien limpias sin resto de esmalte, ya que esto podría variar la medición.
- Durante la medición es importante no movernos.
- Si se realizó una actividad física, esperar 1 minuto para la medición.



Figura 1. Oxímetro comercial.

1.2 ARDUINO

Es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Las placas ARDUINO pueden leer entradas de sensores, botones y Switch y convertirlo en una salida activando un motor, encendiendo un LED. [7]

ARDUINO está basado en un lenguaje de programación en C +, comenzó en un proyecto de tesis de maestría de Hernando Barragán. [8] Su propósito principal es poder ser usado por la mayoría de las personas, incluso sin tener un fuerte entrenamiento en programación y/o electrónica. Las principales ventajas de Arduino son: su costo, facilidad de aprender la herramienta, un software de desarrollo sencillo, no necesita un programador externo a la tarjeta y es un desarrollo de Hardware-libre lo cual permite crear proyectos que se pueden comercializar.

ARDUINO MEGA

El ARDUINO Mega posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa, utilizando el microcontrolador At mega 2560. [9]

La característica principal de esta placa es la capacidad de contar con más pines de E/S, para poder interactuar con más dispositivos interconectados a la placa, se escogió principalmente por la característica de manejar variables de mayor longitud que pueda consumir la memoria de la placa, enseguida se muestran las especificaciones más relevantes de la placa como son:

- Microcontrolador: ATmega2560
- Voltaje Operativo: 5V
- Voltaje de Entrada: 7-12V
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V
- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
- Pines análogos de entrada: 16
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Clock Speed: 16 MHz
- Clock Speed: 16 MHz

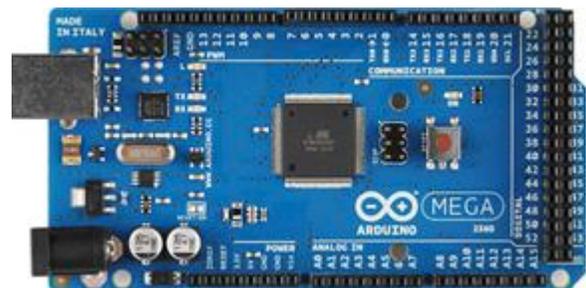


Figura 2. Arduino Mega

1.3 SENSOR DE OXIGENO MAX 30102

Es un sensor del fabricante Maxim Integrated que incorpora las funciones de pulsímetro y oxímetro en un único integrado que se usa junto con una placa de hardware libre para este caso se utilizó Arduino. La función del sensor se basa en que la hemoglobina (Hb) y la hemoglobina saturada (oxihemoglobina, HbO₂) tienen distintos coeficientes de absorción de la luz para distintas longitudes de onda. El MAX 30102 incorpora dos LED, uno de espectro rojo (660nm) y otro de infrarrojo (880 nm), así como fotodiodos para medir la luz reflejada y un ADC de 18 bits y frecuencia de muestreo de 50 sps (samples per second) a 3200sps.^[10]

El Max30102 incorpora todos los subsistemas necesarios para la captura de las señales PPG usando comunicación I2C para que las señales capturadas sean procesadas por cualquier elemento externo como un procesador digital de señales o un microcontrolador.^[11] El datasheet y el manual de usuario proporcionados por el fabricante está disponible en la página web (<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>) la librería MAX3010x de Arduino creada por el fabricante de dispositivos electrónicos Sparkfun, aunque esta librería se desarrolló para ser usada con el sensor MAX 30105, también es compatible con el MAX 30102.

Para convertir la señal analógica generada por el fotodetector a digital, el sensor dispone de un ADC interno, un convertidor del tipo sigma-delta con hasta 18 bits de resolución. La frecuencia de muestreo del ADC es de 10,25MHz. La salida de los datos del ADC se puede programar de 50 muestras/seg a 3200 muestras/seg. Internamente el funcionamiento del sensor se puede describir en base al diagrama de bloques.

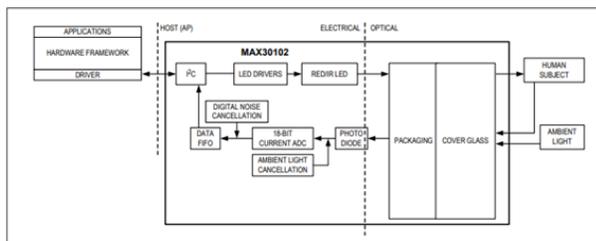


Figura 3. Arquitectura interna del sensor Max 30102

<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>.

La señal infrarroja se refleja en la piel, la luz reflejada provocada por el LED se mezcla con luz ambiental y llega al fotodetector. Una vez ha llegado la señal al fotodetector pasa por un bloque de cancelación de la luz ambiental para después digitalizar la señal. Cuando se dispone de la señal digital, se produce una cancelación del ruido que haya podido empeorar la señal, después se almacenan los datos en un registro FIFO y por último mediante I2C se transmiten los datos a un sistema, como un microprocesador, para que los interprete ^[12]

El sensor óptico está formado por el LED rojo, infrarrojo y el fotodetector. Esta parte es la encargada de generar los pulsos de luz y de detectarlos. Los componentes del sensor óptico están colocados sobre el mismo plano y de forma adyacente, en el dispositivo se encuentran integrados los LEDs, cada uno con una longitud de onda. Los diodos LED son la mejor opción para este

tipo de aplicaciones ya que se pueden encender y apagar muy rápidamente, esto permite que solo sea necesario utilizar un único fotodetector ^[13].

2.- CONSTRUCCIÓN DEL OXÍMETRO

En este capítulo se tiene como objetivo principal mostrar la construcción del oxímetro casero, tanto los precios requeridos en este proyecto ya que es uno de los principales motivos son reducción de los costos para que la mayor parte de la población se le sea accesible ya que hoy en día debido a la pandemia de Covid-19 que enfrentamos es una herramienta esencial que deberíamos tener en casa para diagnosticar la ausencia de oxígeno en la sangre.

Tabla 2. Material para la construcción del oxímetro casero

CANTIDAD	NOMBRE	PRECIO
1	Arduino mega	\$ 290
1	Sensor de oxigeno Max30102	\$155
1	Pantalla LCD 16x2	\$76
1	IC2	\$57
1	Mini protoboards	\$25
1	Protoboards	\$45
1	Cable macho-macho	\$35

2.1 DIAGRAMA DEL CIRCUITO

En la tabla 3 y tabla 4 se explica cómo se realizaron las conexiones del circuito que se elaboró en este proyecto, se muestra un diagrama de conexiones del Arduino, lcd y Max30102 en la figura 4, de igual manera se realizó un diagrama para la explicación de código en Arduino en el Diagrama 1

Tabla 3 Conexión del Max30102 al Arduino

PUERTO MAX30102	PUERTO ARDUINO
GND	GND
VIN	Voltaje minimo 3.3V y 5v
SDA	20
SCL	21

Tabla 4 Conexión con lcd y Arduino

PUERTO LCD 16x2	PUERTO ARDUINO
GND	GND
VCC	5V
SDA	20
SCL	21

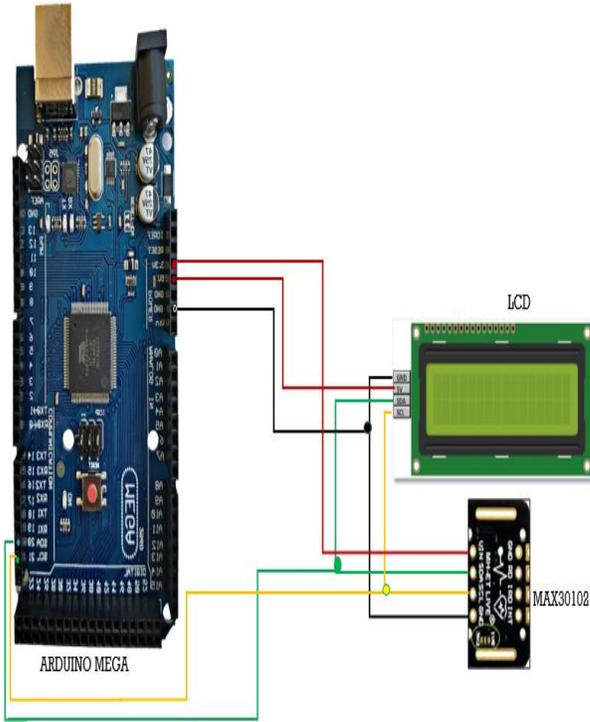
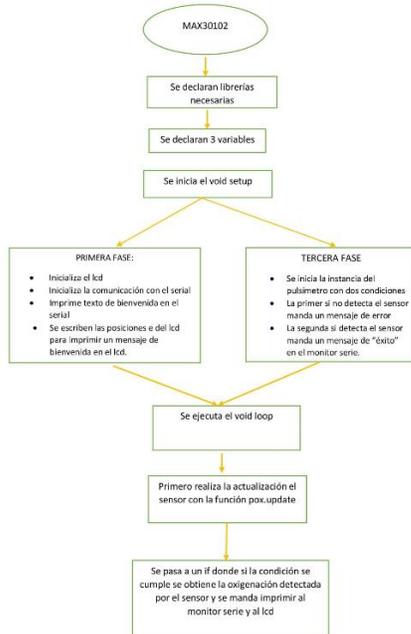


Figura 4. Diagrama de conexiones.

2.2 EXPLICACIÓN DEL CODIGO

El siguiente diagrama de flujo tiene como objetivo la explicación del código en Arduino.



2.3 CÓDIGO EN ARDUINO

Diagrama de Flujo 1. Explicación del código

```

#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define REPORTING_PERIOD_MS 1000
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // Se puede utilizar
estas tres direcciones para el lcd (0x3f,16,2) ||
(0x27,16,2) ||(0x20,16,2)
PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;
void setup() //inicia la comunicación con el serial
{
  lcd.init(); // inicializa the lcd
  lcd.backlight();//encender luz
  Serial.begin(115200);// iniciando comunicación
serial 115200 por segundo:
  Serial.print("Inicializando el oxímetro...");
  lcd.setCursor(0, 0);//
  lcd.print("Inicializando el");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("oxímetro...");
  delay(5000);
  lcd.clear();
  if (!pox.begin()) { //Si el sensor no se detecta o no
funciona es se lanza un mensaje de error
    Serial.println("HA FALLADO");
    for(;;);
  } else {
    Serial.println("ÉXITO"); //Si el sensor se detecta
y funciona se lanza un mensaje de éxito
  }

  pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6
MA);
}
void loop()
{
  pox.update(); //Actualizando el sensor

  if (millis() - tsLastReport >
REPORTING_PERIOD_MS) {

    //Impresion en el monitor de serie
    Serial.print("bpm / SpO2:");
    Serial.print(pox.getSpO2());
    Serial.println("%");

    //Impresion en el LCD con modulo I2C

    lcd.setCursor(3, 0);//x,y posicion del primer texto
    lcd.print(">OXIMETRO<");

    lcd.setCursor(0, 1);//x,y posicion del segundo
texto
    lcd.print("SpO2: ");
    lcd.print(pox.getSpO2());
    lcd.print("%");
    tsLastReport = millis();
  }
}
  
```

```

}
}

```

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL ARMADO DEL OXIMETRO

Para utilizar el sensor junto al LCD 16x2 y ARDUINO se descargaron 3 librerías:

1. #include "MAX30100_PulseOximeter.h"^[14] está diseñada para comunicarse con el sensor que permite la lectura de la frecuencia cardiaca.
2. #include <LiquidCrystal_I2C.h>^[15] permite utilizar la conexión entre lcd y el ARDUINO
3. #include <Wire.h> La librería Wire. h estándar de ARDUINO le permite comunicarse con dispositivos por bus I2C (Inter-Integrated Circuit o 2 alambres). Usa dos líneas: SDA (datos) y SCL (reloj)

Paso 1

Se agregan la librería liquidcrystal_i2c.h, las de wire.h, y las del sensor Max se carga las librerías y el código se verifica antes de compilar.

Se conecta el LCD al ARDUINO para hacer pruebas a través del protoboards.

Tabla 5. Conexión del LCD

PIN ARDUINO	PIN LCD 16*2	COLOR (OPCIONAL)
GND	Arduino mega	Café
5V	Sensor de oxígeno Max30102	Rojo
20	Pantalla LCD	Naranja
21	IC2	Amarillo

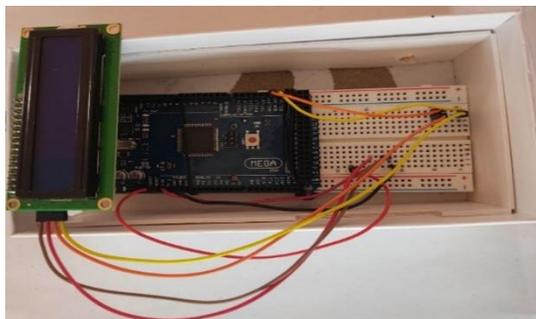


Figura 5. Conexión Entre Lcd Y el ARDUINO

Paso 2

Se realizó la conexión del Max 30102 con 4 cables macho-macho de igual manera los colores que se utilizaron fueron similares para combinar la conexión

Tabla 6. Conexión Del Max30102

PIN ARDUINO	PIN MAX30102/30100	COLOR (OPCIONAL)
GND	GND	Verde
3.3V	VIN	Rojo
20	SDA	Naranja
21	SCL	Amarillo

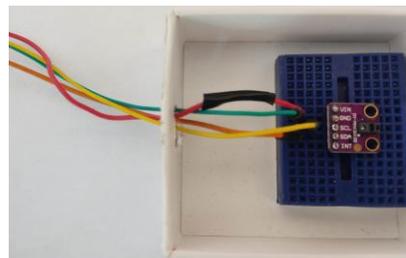


Figura 6. Conexiones Del Max30102 A Un Mini

Paso 3

Después de hacer las conexiones y hacer el test de funcionamiento, se buscó la manera de ponerlo todo el circuito en una caja para ser visiblemente presentable al usuario.



Figura 7. Conexiones Lcd, Max, Proto ARDUINO

Paso 4

Después de hacer las conexiones la caja armada como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Conexiones Lcd, Max, Proto ARDUINO

CESO DE

Este capítulo se realizó la recopilación de información de 20 pacientes que ayudaron para realizar este proyecto, en el cual se solicitaron los siguientes datos: Edad, Peso, Estatura, Sexo, Enfermedad Patológica, Valor del oxígeno y Tiempo de muestra de resultado

TABLA DEL OXIMETRO SENSOR MAX30102

- P: PACIENTE
- E: EDAD
- PS: PESO
- ES: ESTATURA
- S: SEXO
- F: Femenino
- M: Masculino
- ENFERMEDAD PATOLÓGICA= E.P
- VALOR DE OXIGENO = V. O
- T: TIEMPO
-

Tabla 7 Datos Del Sensor Max30102

OXIMETRO COMERCIAL

- P: PACIENTE

P.	E.	PS.	ES.	S	E.P	V.O	T
1	25	90	1.82	M	N	98 Spo2	5S a 7S
2	25	72	1.69	M	N	98 Spo2	5S a 7S
3	27	60	1.71	F	N	97 Spo2	5S a 7S
4	56	65	1.60	F	N	98 Spo2	5S a 7S
5	20	76	1.82	M	N	98 Spo2	5S a 7S
6	25	83	1.80	M	N	99 Spo2	5S a 7S
7	40	65	1.52	F	N	98 Spo2	5S a 7S
8	54	78	1.80	M	N	98 Spo2	5S a 7S
9	27	65	1.70	M	N	98 Spo2	5S a 7S
10	26	69	1.60	F	N	99 Spo2	5S a 7S
11	28	78	1.61	M	N	99 Spo2	5S a 7S
12	27	98	1.71	M	N	98 Spo2	5S a 7S
13	20	68	1.60	F	N	100 Spo2	5S a 7S
14	20	58	1.51	F	N	97 Spo2	5S a 7S
15	21	100	1.78	M	N	99 Spo2	5S a 7S
16	56	80	1.75	F	N	98 Spo2	5S a 7S
17	18	47	1.50	F	N	99 Spo2	5S a 7S
18	33	60	1.62	F	N	97 Spo2	5S a 7S
19	16	58	1.63	F	N	98 Spo2	5S a 7S
20	16	53	1.62	M	N	98 Spo2	5S a 7S

- E: EDAD
- PS: PESO

- ES: ESTATURA
- S: SEXO
- F: Femenino



Tabla 8 Datos del

P.	E.	PS.	ES.	S	E.P	V.O	T
1	25	90	1.82	M	N	97 Spo2	6S a 16S
2	25	72	1.69	M	N	97 Spo2	6S a 16S
3	27	60	1.71	F	N	98 Spo2	5S a 8S
4	56	65	1.60	F	N	99 Spo2	6s a 16S
5	20	76	1.82	M	N	97Spo2	5S a 8S
6	25	83	1.80	M	N	98Spo2	5S a 8S
7	40	65	1,52	F	N	98Spo2	5S a 8S
8	54	78	1.80	M	N	99Spo2	5S a 8S
9	27	65	1.70	M	N	96Spo2	5S a 8S
10	26	69	1.60	F	N	97 Spo2	5S a 8S
11	28	78	1.61	M	N	96Spo2	5S a 8S
12	27	98	1.71	M	N	98 Spo2	5S a 8S
13	20	68	1.60	F	N	97Spo2	5S a 8S
14	20	58	1.51	F	N	95Spo2	5S a 8S
15	21	100	1.78	M	N	97Spo2	5S a 8S
16	56	80	1.75	F	N	99 Spo2	6S a 16S
17	18	47	1.50	F	N	97Spo2	5S a 8S
18	33	60	1.62	F	N	95Spo2	5S a 8S
19	16	58	1.63	F	N	96Spo2	5S a 8S
20	16	53	1.62	M	N	97Spo2	5S a 8S

A continuación, se muestra en la figura 9, 10, 11,12 evidencias de las personas que apoyaron en la realización de este proyecto.

el Max casero no tiene una superficie fija para las lecturas de los valores del sensor, pues tiene una sensibilidad muy alta ante cualquier movimiento.

Como se puede observar en la tabla 7 los datos del sensor max30102 de nuestro circuito casero del oxímetro nos mostró valores cercanos al sensor comercial, cabe hacer mención que nuestro circuito no tiene la estabilidad que posee el comercial, ni tampoco, el doble led para hacer las lecturas más exactas, con el sensor del max30102 los valores para mostrar resultados fueron los siguientes:

4 pacientes los cuales la prueba se tardaron de unos 6s a 16 segundos para realizar las pruebas, ya que debido a que su única situación de ambos en que coinciden es el sobre peso y los demás 16 pacientes su máximo fue de 5s a 8s para mostrar resultados de su oxigenación

En la tabla 8 se almacenaron los datos del oxímetro comercial e easytao 4 en 1 para las lecturas de la oxigenación en la sangre lo que observo en los diferentes pacientes fue que daba las lecturas en un periodo de 5 segundos a 7

Figura 9. Evidencia 1. Femenino



Figura 10 Evidencia 2. Hombre



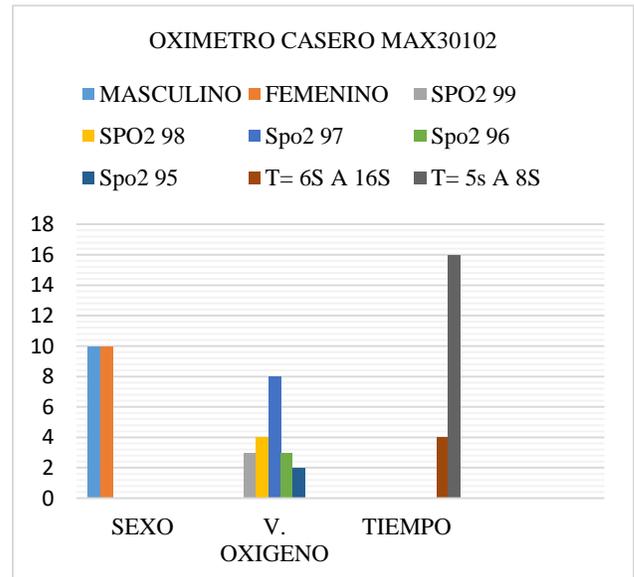
Figura 10 Evidencia 3. Hombre



Figura 10 Evidencia 4. Femenino

En las siguientes graficas 1 y 2 se muestran los datos de ambos sensores, donde se muestran los resultados de las muestras tomadas a los 20 pacientes apoyaron a la realización de este proyecto.

Grafica 1 Max30102



3.2 COMPARACIÓN CON UN OXÍMETRO COMERCIAL

Se hicieron un total de 20 pruebas de oximetría a partir de la edad 16 años hasta 56 años, de los cuales resultaron satisfactoriamente con un máximo de error de diferencia entre del 2% debido a que

Grafica 2 Oxímetro Comercial Easytao



[2] "Oximetría de pulso - Medigraphic."
<https://www.medigraphic.com/pdfs/h-gral/hg-2003/hg033h.pdf>.
"

[3] "Oximetría de pulso - SciELO Bolivia."
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752012000200011.

[4] "Medical News Today."
<https://www.medicalnewstoday.com/>.

[5] "EASYTAO Oxímetro de Pulso de Dedo con Pantalla OLED 4 en 1 •." <https://queregalomx.com/tienda/easytao-oximetro>. "

[6] "¿Qué es la saturación de oxígeno y cuáles son los niveles normales?." <https://grupolasmimosas.com/mimoonline/saturacion-de-oxigeno-niveles/>"

[7] "¿Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno – Xataka" <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>.

[8] "The Untold History of Arduino."
<http://arduinohistory.github.io/>.

[9] "Arduino Mega: Características, Capacidades y donde conseguirlo" <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>.

[11] "Pulsímetro y oxímetro con Arduino y MAX 30102 –" <https://www.luisllamas.es/pulsimetro-y-oximetro-con-arduino-y-max30102/>

[12] "Análisis, diseño e implementación de un sistema ... - Ptolomeo Unam."
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/17056/Tesis.pdf?sequence=3>.

[13] "MAX30102 - Maxim Integrated."
<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>.

[14] "kontakt/MAX30100: A library - GitHub."
<https://github.com/kontakt/MAX30100>.

[15] "fdebrabander / Arduino-LiquidCrystal-I2C"
<https://github.com/fdebrabander/Arduino-LiquidCrystal-I2C-library>.

CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo el desarrollo de un oxímetro casero con el sensor max30102 para medir la saturación arterial de oxígeno y frecuencia cardiaca, la principal función de este proyecto es mostrar la oxigenación a través de un LCD 16x2 y el monitor serie y el proceso desde las conexiones hasta la programación en Arduino, pues en la actualidad hay pocos trabajos que mencionen el uso del sensor max30102 y su eficiencia al momento de medir la oxigenación de la sangre.

Para realizar estas estas pruebas, utilizamos dos sensores el max30102 y el 30100, se llegó a la conclusión de que el max30102 es sensible y debe de ponerse de un lugar más estable para que deba funcionar, en cambio el max30100 funciona de manera correcta y su margen de error es de un 2% a 3%.

Como trabajo futuro se recomienda la implementación del módulo ethernet para monitorear la oxigenación de los pacientes remotamente, sin que el doctor lo haga de manera presencial, y en base a esto se podría realizar una página web y con ello una base de datos para obtener los datos de los pacientes y el historial de cada paciente

RECONOCIMIENTO

Ala Universidad Autónoma de Guerrero por haberme permitido ser parte de ella.

A todos los maestros que formaron parte de mi educación a lo largo de estos años.

REFERENCIAS

[1] "¿Qué es un oxímetro de pulso y cómo interpretar sus valores?" <https://ma.com.pe/que-es-un-oximetro-de-pulso-y-como-interpretar-sus-valores>.