

**DISEÑO DE UN EQUIPO DE MONITORIZACION, SATURACION DE OXIGENO  
Y PRESION ARTERIAL POR MEDIO DE UNA RED WIFI**

**ANALFE DEL CRISTO DIAZ OJEDA  
WILLIAMS ARTURO RODRIGUEZ PINZON**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD INGENIERIA  
COORDINACION INGENIERIA BIOMEDICA  
PROGRAMA TECNOLOGIA ELECROMEDICINA  
BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2016**

**DISEÑO DE UN EQUIPO DE MONITORIZACION, SATURACION DE OXIGENO  
Y PRESION ARTERIAL POR MEDIO DE UNA RED WIFI**

**ANALFE DEL CRISTO DIAZ OJEDA**

**Código 15636**

**WIALLIANS ARTURO RODRIGUEZ PINZON**

**Código 9589**

**Monografía de Investigación**

**Tutor: Ingeniero Edward Bejarano.**

**UNIVERSIDAD ECCI**

**FACULTAD INGENIERIA**

**COORDINACION INGENIERIA BIOMEDICA**

**PROGRAMA TECNOLOGIA ELECROMEDICINA**

**BOGOTÁ, D.C.**

**AÑO 2016**

## AGRADECIMIENTOS

**Proverbios Cap. 9 vr 10 – 11:** el temor de Jehová es el principio de la sabiduría, y el conocimiento del santísimo es la inteligencia.

A DIOS, por darnos la vida, la salud, la sabiduría y el tiempo para terminar este proceso investigativo.

A nuestras Familias, Por su tiempo, su paciencia, colaboración, solidaridad, soporte y aliento para que pudiéramos culminar bien todo este proceso. Gracias por acompañarnos en las alegrías y en las adversidades y hacer que este sueño se hiciera realidad.

A nuestro Tutor **Ingeniero Edward Bejarano**, y todas las personas que estuvieron presta en brindarnos toda su colaboración sin interese, por su apoyo incondicional, por su paciencia y dedicación permanente durante este largo periodo de experiencias, aprendizaje y esfuerzo.

La Universidad y Docentes, por permitirnos hacer este sueño realidad a partir del conocimiento, el direccionamiento, el crecimiento personal y profesional, la práctica y la constante motivación, bajos los principios y la Ética.

A todos.... mil y mil gracias!

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>10</b>
1. TITULO DE LA INVESTIGACION.....	11
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	11
2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	11
2.1 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	11
3. OBJETIVOS DE INVESTIGACION.....	12
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
4. JUSTIFICACION Y DELIMITACION DE LA INVESTIGACION.....	13
4.1 JUSTIFICACION.....	13
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACION.....	13
5.1 DELIMITACION.....	13
5.2 MARCO TEORICO.....	14
5.3 METODO DE MEDICION DE LA PRECION ARTERIAL.....	14
5.3.1 METODO DE PALPACION.....	14
5.3.2 METODO DE AUSCULTAMIENTO.....	15
5.3.3 METODO DE OSCILOMETRICO.....	15
5.3.4 METODO DE PENÀZ.....	15

5.3.5 METODO DE TONOMETRIA.....	15
5.3.6 SENSORES EXTRAVASCULARES.....	16
5.3.7 SENSORES INTRAVASCULARES.....	16
5.4 PRESION ARTERIAL.....	16
5.4.1 PRESION ARTERIAL SISTOLICA.....	17
5.4.2 PRESION ARTERIAL DIASTOLICA.....	17
6. FUNCIONAMIENTO DE LA SATURACIÓN DE OXIGENO.....	18
6.1 PULSIOXIMETRIA.....	19
6.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN PULSIOXIMETRO.....	20
6.1.2 INTRPRETACION CLINICA.....	21
6.1.3 INDICACIONES.....	22
6.1.4 COMO FUNCIONA.....	23
6.1.5. IMPORTANCIA SEGUN EL PORCENTAJE DE LA SATURACION.....	23
6.1.6. LIMITACIONES Y CAUSAS DE ERROR.....	24
6.1.7 VENTAJAS AL RESPECTO A LA PULSIOXIMETRIA.....	24
6.1.8. DESVENTAJAS SOBRE LA PULSIOXIMETRIA.....	25
6.1.9 SONDAS DE MEDICION.....	25
6.1.10 DIAGRAMA EN BLOQUE DE UN SATUROMETRO.....	26
7. FUNCIONAMIENTO DE UN TENSIOMETRO DIGITAL.....	26

7.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS TENSIOMETROS DIGITALES.....	27
7.2 NIVELES DE TENSION ARTERIAL.....	28
7.3 TARJETA ARDUINO.....	29
7.3.1 PARTE DEL SHIELD.....	30, 31
7.3.2 INSTALACION DEL SHIELD.....	31 ,32
7.3.3 MAPA DE PUERTOS.....	33
7.3.4CARACTERISTICAS ELECTRICAS.....	33
7.3.5 CARACTERISTICAS MECANICAS.....	34
8. CONEXIÓN CON UN SERVIDOR.....	35
8.1 DIAGRAMA EN BLOQUE DEL PROTOTIPO.....	35, 36
8.2 CONECTIVIDAD REMOTA EN TIEMPO REAL.....	37
9. METODOLOGIA.....	38
9.1 DIAGRAMA EN BLOQUE DE UN TENSIOMETRO DIGITAL.....	38
10. TIPOS DE INVESTIGACION.....	39
11. METODOS DE INVESTIGACION.....	39
12. RECURSO Y PRESUPUESTO.....	39
12.1 RECURSOSHUMANOS.....	40
11.2 RECURSOS FISICOS.....	40
11.3 EQUIPOS.....	40

12.4 RECURSOS FINANCIEROS.....	41
12.5 MATERIALES E INSUMOS.....	41
13. CONCLUSIONES.....	42
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	43
15. FUENTES DE REFERENCIAS.....	44
15. NORMATIVIDAD.....	45

## LISTA DE FIGURAS.

Figura # 1. Presión Sistólica.....	17
Figura # 2. Presión Diastólica.....	18
Figura # 3. Pulsioximetro Digital.....	19
Figura # 4. Pinza no Invasiva de Saturacion.....	20
Figura # 5 Diagrama de Flujo de un Pulsioximetro.....	20
Figura # 6. Sitios de Localización para Obtener Señal.....	25
Figura # 7. Diagrama en Bloque de Pinza de Saturación.....	26
Figura # 8 Arduino Uno.....	29
Figura # 9. Vista Superior Placa Arduino Wifi Shield.....	30
Figura # 10. Vista Inferior Placa Arduino Wifi Shield.....	30
Figura # 11. Ensamble Tarjeta Shield a Tarjeta Arduino.....	32
Figura # 12 Diagrama en Bloque del Prototipo.....	35
Figura # 13 Esquema de Conexión a través de la Internet.....	37
Figura 3 14 Diagrama en Bloque de un Tensiómetro Digital.....	38



## LISTA DE TABLAS.

Tabla #.1 Métodos de Medición.....	13
Tabla # 2 Interpretación Clínica.....	20
Tabla # 3 Actuación Según el Porcentaje de Saturación.....	21
Tabla # 4 Importancia Según el Porcentaje de Saturación.....	22
Tabla # 5 Niveles de Tensión Arterial.....	27
Tabla # 6 Mapa de Puertos.....	32
Tabla # 7 Tabla de Recursos Humanos.....	39
Tabla # 8 Recursos Físicos.....	39
Tabla # 9 Recursos Financieros.....	40

## INTRODUCCION

El cuidado de la hipertensión arterial requiere de prácticas necesarias para evitar factores de riesgo como: Obesidad, estrés, colesterol alto, diabetes, tabaquismo y consumo excesivo de alcohol y sal. La población que sufre de hipertensión debe tener en cuenta factores relacionados con su estilo de vida como la alimentación, actividad física, el estrés, entre otros, ya que pueden sufrir complicaciones causadas por hipertensión arterial no tratada, puede producir diversos daños en órganos tales como: Corazón, Cerebro, Riñones, Vasos Sanguíneos y Ojos los cuales son particularmente vulnerables. Pero para la población discapacitada es más difícil y limitado el acceso a equipos que les permita controlar este tipo de patologías, teniendo en cuenta esto, porque no pensar en un prototipo que monitoreen su presión arterial y a la vez la monitorización de la saturación de oxígeno ya que es una variable relacionada con la hipertensión.

El autocuidado y el auto revisión se consideran como todas las acciones que las personas practican de una forma voluntaria, dirigida en mantener la salud y el bienestar de la vida cotidiana, y de una u otra forma especial cuando se afrontan algunas enfermedades ya sea de carácter crónico como lo es la hipertensión arterial, El desconocimiento de los cuidados de la enfermedad ha conducido que la mayoría de pacientes no lleven un control adecuado por diversos factores, dentro de éstos están : bajos recursos económicos para desplazarse a un hospital, falta de compromiso con la enfermedad, desconocimiento de los tratamientos preventivos para ser monitoreados.

El presente trabajo se orienta en el diseño de un prototipo que contribuya a mejorar la salud de los pacientes y su calidad de vida, ya que puede ser monitoreado por profesionales de la salud vía Internet.

La Telemedicina, es una herramienta utilizada en los avances tecnológicos de las telecomunicaciones de la informática y telemática al servicio de la atención médica a larga distancia. Estas dos ramas se involucraran en un solo contexto (tácticas de

teleinformática adjunta con las destrezas de la medicina), haciendo que la atención médica, en su aspecto general no tenga barreras de tiempo ni de distancias.

## **1. TÍTULO DE LA INVESTIGACION**

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO QUE PERMITA LA MONITORIZACION DE SATURACION DE OXIGENO Y PRESION ARTERIAL POR MEDIO DE UNA RED WIFI.**

### **1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los principales problemas que se le presenta a la población discapacitada en Colombia es el aumento de diversos factores como son las enfermedades crónicas, genéticas, la falta de oportunidades de rehabilitación entre otras. El propósito es diseñar un equipo con conexión a internet que permita la medición de presión arterial y saturación de oxígeno como ayuda a pacientes discapacitados.

### **2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo garantizar la medición de la Presión Arterial y Saturación de Oxígeno para un paciente no hospitalizado mediante un dispositivo que me permita una interconexión con una red wifi para realizar la monitorización de un paciente desde una estación remota?

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una tarjeta Electrónica y Programable que nos permita monitorear la Presión Arterial y Saturación de Oxígeno y que a su vez permita ser conectada a una red de WiFi, donde el profesional de la salud pueda consultar las señales obtenidas del paciente.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar por medio de una Tarjeta Arduino un esquema que recopile toda la información censada de la Presión Arterial y la Saturación de Oxígeno.
- Esquematizar un Sensor Diseñado que haga la medición de la oximetría y de la Tensión Arterial no Invasiva.
- Delinear el Pulsioxímetro y el Tensiómetro acoplando la Tarjeta Shell con la Tarjeta de Arduino.
- Abocetar enlaces de comunicaciones por medio del arduino y WiFi en una red de internet.
- Diseñar una página en la cual pueda ingresar el Médico para hacer la consulta del paciente.
- Crear un Software para la Recepción de los Datos a Adquiridos.
- Visualizar el Comportamiento en el PC de los Datos Obtenidos de las dos variables.

## **4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 JUSTIFICACIÓN**

El propósito de la realización de este proyecto es con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos en el ciclo tecnológico, su vez y teniendo en cuenta que la población discapacitada no cuenta con los recursos económicos para acceder a estas tecnologías, así poder desarrollar una aplicación de este tipo para intentar mejorar la calidad de vida de un pacientes que presentan estas patologías.

## **5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACION**

### **5.1 DELIMITACION**

El prototipo censará dos (2) variables Presión Arterial y Saturación de Oxígeno siendo un prototipo de tipo no invasivo, el cual hará uso de un tensiómetro y una pinza de oximetría, donde la información de salidas de ambos elementos la implementaremos al Arduino y será útil para transferir esas variables vía wifi.

## 5.2 MARCO TEORICO

### 5.3 METODOS DE MEDICION Y CAPTURA DE LA PRESION ARTERIAL

METODO.	INVASIVO.	CONTINUO.	TIPO DE MEDICION.	EXACTITUD.
Palpación	No	No	Indirecta	Baja
Auscultatorio	No	No	Indirecta	Media
Oscilométrico	No	No	Indirecta	Media – Alta
Penáz	No	Si	Indirecta	Media – Alta
Tonometría	No	Si	Indirecta	Media – Alta
Tiempo Transito Pulso	No	Si	Indirecta	Media – Alta
Sensor Intravascular	Si	Si	Directa	Alta
Sensor Extravascular	Si	Si	Directa	Alta

Tabla #.1 Métodos de Medición.

<http://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/340/1/BIOM0197>

#### 5.3.1 MÉTODO DE PALPACIÓN

Un valor sistólico mínimo puede ser estimado aproximadamente por palpación, sin ningún equipo, un método usado más frecuentemente en situaciones de emergencia, la palpación de un pulso radial indica una presión sanguínea mínima de 80 mm/Hg, un pulso femoral indicada por lo menos 70mm/Hg, y un pulso en la arteria carótida un mínimo de 60mm/HG. Sin embargo, este método no es suficientemente exacto.

### **5.3.2 MÉTODO DE AUSCULTACIÓN**

El dispositivo es usado para medir presión arterial es el esfigmomanómetro. Consiste en un manguito conectado a un bulbo de goma que se utiliza para inflar el manguito y un medidor que registra la presión.

### **5.3.3 MÉTODO OSCILOMÉTRICO**

Los métodos oscilométricos a veces son usados en mediciones a largo plazo y a veces en la práctica general. El equipo es funcionalmente similar al método auscultatorio, pero en vez de usar el estetoscopio y el oído del experto, tiene en su interior un sensor de presión electrónica (transductor) para detectar el flujo de sangre.

### **5.3.4 METODO DE PENAZ**

Es conocido como “volumen clamp method”. La presión intra-arterial de manera continua en cada una de las pulsaciones cardiacas, un emisor de luz y foto detector son ubicados dentro del brazalete para registrar los cambios en el volumen sanguíneo.

### **5.3.5 METODO DE TONOMETRIA**

Una arteria superficial, preferiblemente soportada por un hueso subyacente, es comprimida y parcialmente aplanada por un transductor tono métrico. El balance de fuerzas entre el transductor “presión de contacto” y la presión interna de la arteria permiten registrar la morfología de la señal de presión. Hay que tener en cuenta que para efectos prácticos, la presión de contacto óptima se da cuando en la señal de

presión se presenta la máxima elongación. Si el transductor efectúa una presión máxima. Métodos invasivos

### **5.3.6 SENSORES EXTRAVASCULARES**

Está compuesto de un catéter conectado a una válvula de cierre de tres (3) posiciones que lo conecta con un sensor de presión. El catéter sensor, el cual es llenado con una solución salina-heparina, debe ser vaciado con la solución cada cierto tiempo para prevenir que la sangre se coagule en la punta.

### **5.3.7 SENSORES INTRAVASCULARES**

Los catéteres de sensor en la punta tiene la ventaja de que la conexión hidráulica hacia el catéter, entre la fuente de presión y el elemento sensor, es eliminada. La respuesta en frecuencia del sistema catéter-sensor está limitada por las propiedades hidráulicas del sistema.

La detención de presión en la punta del catéter sin uso de un sistema acoplado con líquidos puede entonces permitir al médico obtener altas repuestas en frecuencia y eliminar el retraso encontrado cuando la onda de pulso es transmitida a través del sistema catéter sensor.

## **5.4 PRESIÓN ARTERIAL**

Es la presión que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias, ésta presión es imprescindible para circule la sangre por los vasos sanguíneos y aporte el oxígeno y los nutrientes a todos los órganos del cuerpo para que puedan funcionar, y en ella observamos dos componentes importantes.



### 5.4.1 PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA

Corresponde al valor máximo de la tensión arterial en sístole cuando el corazón late.

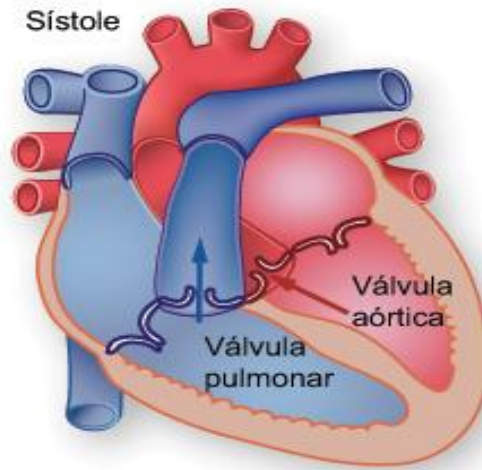


Figura # 1. Presion Sistolica.

Fuente: <http://conservarlasalud.blogspot.com.co/2015/05/presion-arterial.html>

### 5.4.2 PRESIÓN ARTERIAL DIASTÓLICA

Corresponde al valor mínimo de la tensión arterial cuando el corazón está en diástole o entre latidos cardiacos, depende fundamentalmente de la resistencia vascular periférica, refiriéndose al efecto de distensibilidad de la pared de las arterias.

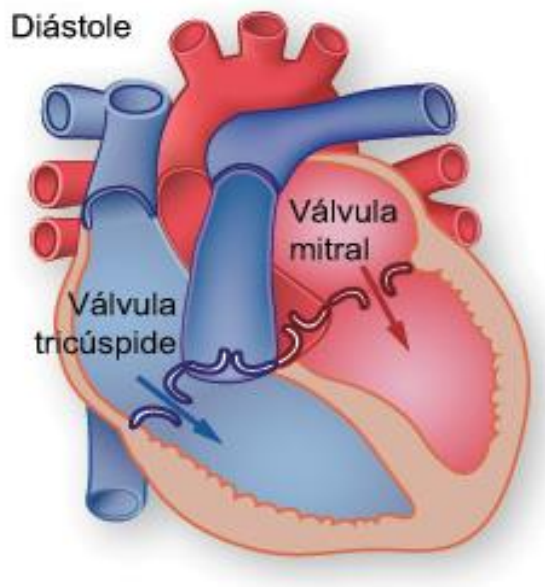


Figura # 2. Presion Diastolica.

Fuente: <http://conservarlasalud.blogspot.com.co/2015/05/presion-arterial.html>

## 6. FUNCIONAMIENTO DE LA SATURACIÓN DE OXIGENO

Es la medición no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos. Se realiza con un Pulsioxímetro. El oxígeno de pulso se trata de un método espectrofotométrico de transiluminación, cuyo fundamento científico se basa en dos principios físicos:

- La conocida propiedad de la hemoglobina de presentar diferente espectro de absorción según su estado sea oxigenado o reducido.
- La presencia de una señal pulsátil generada por la sangre arterial pero relativamente independiente de la sangre venosa y capilar y otros tejidos.

## 6.1 PULSIOXIMETRIA



Figura # 3. Pulsioximetro Digital.

<http://paco-cubillo.blogspot.com.co/2006/01/qu-es-la-pulsioximetria.html>

Es la medición no invasiva del oxígeno transportado por la hemoglobina en el interior de los vasos sanguíneos.

Se mide de forma continua la saturación de oxígeno en la sangre (% SpO<sub>2</sub>).



Figura #4. Pinza no Invasiva de Saturación.

Fuente: <http://paco-cubillo.blogspot.com.co/2006/01/qu-es-la-pulsioximetra.html>

### 6.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE UN PULSIOXIMETRO.

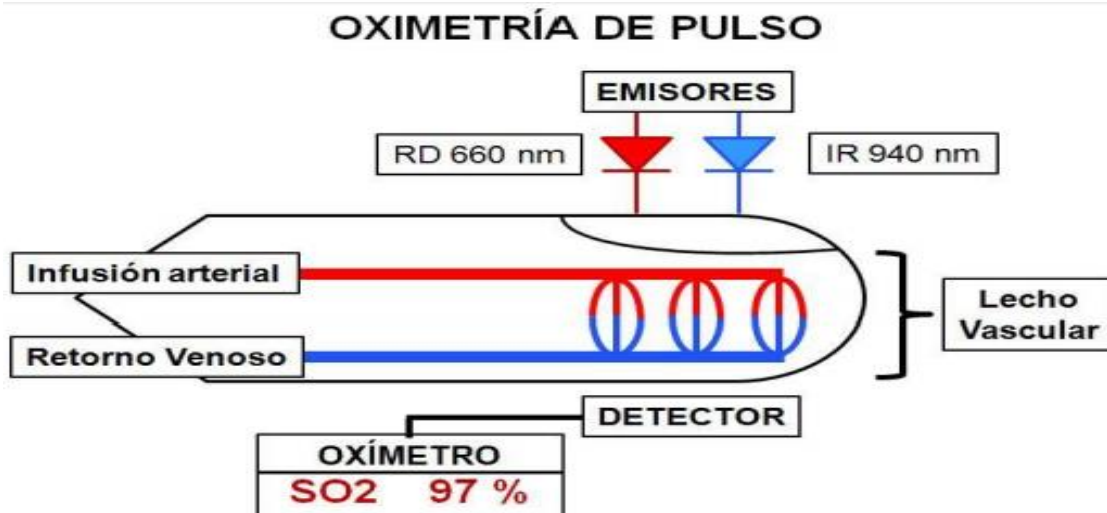


Figura # 5 Diagrama de Flujo de un Pulsioximetro.

Fuente: <http://www.portalbiomedico.com/equipamiento-biomedico/oximetro/oximetria-de-pulso-conceptos.html>

Es un sistema pulsátil, el Oxímetro de pulso enciende alternativamente los diodos rojos (660nm) e Infrarrojo (920nm), la luz irradiada se hace pasar a través del árbol arterial y la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>), se determina su medición de la proporción de luz roja e infrarroja hasta el fotodetector.

### 6.1.2 INTERPRETACION CLINICA.

#### RELACION ENTRE LA SATURACION DE O<sub>2</sub> Y PaO<sub>2</sub>

SATURACION DE O <sub>2</sub> .	PaO <sub>2</sub> en mmHg.
100%	677
98,4%	100
95%	80
90%	59
80%	48
73%	40
60%	30
50%	26
40%	23
35%	21
30%	18

Tabla # 2. Interpretación clínica.

Fuente: <https://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsioximetria.pdf>

<b>ACTUACION SEGUN EL % DE SATURACION.</b>	
<b>% SATURACION.</b>	<b>ACTUACION.</b>
>95 %	No Actuación Inmediata.
95 – 90 %	Tratamiento inmediato y monitorización de la respuesta al mismo, según esta, valorar derivación en el hospital. Los pacientes con enfermedad respiratoria crónica toleran bien las saturaciones en torno a estos valores.
< 90 %	Enfermo grave. Hipoxia severa. Oxigenoterapia más tratamiento y traslado al hospital.
< 80 %	Valorar intubación y ventilación mecánica.
En niños con < 92 % remitir al hospital aunque presente mejoría con maniobras iniciales, por ser más incierta su respuestas al tratamiento.	

Tabla # 3. Actuación Según el Porcentaje de Saturación.

<https://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsioximetria.pdf>

### 6.1.3 INDICACIONES.

CLASICAS: Son las situaciones que precisan monitorización constante de los gases sanguíneos, se utilizan en áreas de cuidados intensivos, medicina de urgencias y anestesia.

#### ATENCION PRIMARIA.

- Evaluación inicial rápida de los pacientes con patología respiratorias tanto en la consulta normal como en la consulta de urgencia.
- Monitorización continúa durante el traslado al hospital de los pacientes inestables por su situación respiratoria y/o hemodinámica.
- En la atención domiciliaria de pacientes neumológicos.
- Es útil, junto a los datos clínicos, para valorar la severidad de una crisis asmática y permitir la monitorización continua.

#### 6.1.4 COMO FUNCIONA.

El dispositivo emite luz con dos longitudes de onda 660 nm (roja) y 940 nm (infrarroja), típicas de la oxihemoglobina y la hemoglobina reducida, respectivamente.

La mayor parte de la luz es absorbida por el tejido conectivo, piel, hueso y sangre venosa en una cantidad constante, produciéndose un pequeño incremento de esta absorción de la sangre arterial con cada latido por este es necesario que haya pulso arterial para que los sensores reconozcan la señal.

El Pulsioxímetro compara la luz que se absorbe durante la onda pulsátil con respecto a la absorción basal, y calcula el porcentaje de oxihemoglobina.

El Pulsioxímetro tiene un emisor de luz y un foto detector generalmente en onda de pulso, después de ser colocado en el dedo recibe la influencia de tejidos, donde se mostraran en la pantalla, las cuales serán la saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y curva de pulso.

#### 6.1.5 IMPORTANCIA SUGUN EL PORCENTAJE DE SATURACION

% Saturación	PaO <sub>2</sub> ( mmHg )
>95 %	No actuación inmediata
95-90 %	Tratamiento inmediato y monitorización. Según la respuesta, valorar y remitirlo al centro médico. Pacientes con enfermedad respiratoria crónica toleran bien saturación en torno a estos valores.
< 90 %	Enfermo grave. Hipoxia severa. Oxigenoterapia, tratamiento y traslado al centro médico.
<80 %	Valorar intubación y ventilación mecánica.
En niños con < 92 %: remitir al centro médico aunque mejoren con maniobras iniciales, por ser más incierta su respuesta al tratamiento.	

Tabla # 4. Importancia Según el Porcentaje de Saturación Oxígeno.

Fuente: <http://www.efdeportes.com/efd173/saturacion-arterial-de-oxigeno-a-altitudes-elevadas.htm>

Un punto crítico que se le debe dar señal de alarma es el de saturaciones inferiores al 90 o 92% cuando existe una patología pulmonar crónica previa este tipo de paciente deben recibir tratamiento inmediato.

### **6.1.6 LIMITACIONES Y CAUSAS DE ERROR**

Los Pulsioximetro actuales son muy fiables con saturaciones  $\geq 80$  %

Pueden dar valores erróneos:

1. Anemia severa con hemoglobina  $< 5$  mg/dl para causar lecturas falsas.
2. Interferencia con aparatos eléctricos.
3. Movimiento del transductor que se suele colocar en un dedo de la mano, afecta a la fiabilidad, se puede solucionar colocándolo en el lóbulo de la oreja o en el dedo del pie.
4. Contrastes intravenosos, pueden interferir si absorben luz de una longitud de onda similar a la de hemoglobina.
5. Luz ambiental intensa: xenón, infrarrojos, fluorescentes.
6. Mala perfusión periférica: por frio ambiental, disminución de temperatura corporal, hipotensión, vasoconstricción. Son las causas de error ya que es imprescindible para que funcione el Pulsioximetro para que haya flujo pulsátil. Se mejora con calor, masajes, terapia local vasodilatadora. Obstáculos a la absorción de la luz: esmalte de uñas, pigmentación de la piel.
7. Intoxicación por monóxido de carbono, absorben longitudes de ondas similares, para estas situaciones son necesarios otros dispositivos más complejos.

### **6.1.7. VENTAJAS RESPECTO A LA PULSOXIMETRA**

- Da una monitorización instantánea, continua y no invasiva.
- No requiere un entrenamiento especial, es muy fácil de usar.
- Es confiable en un rango de 80 – 100% de saturación.

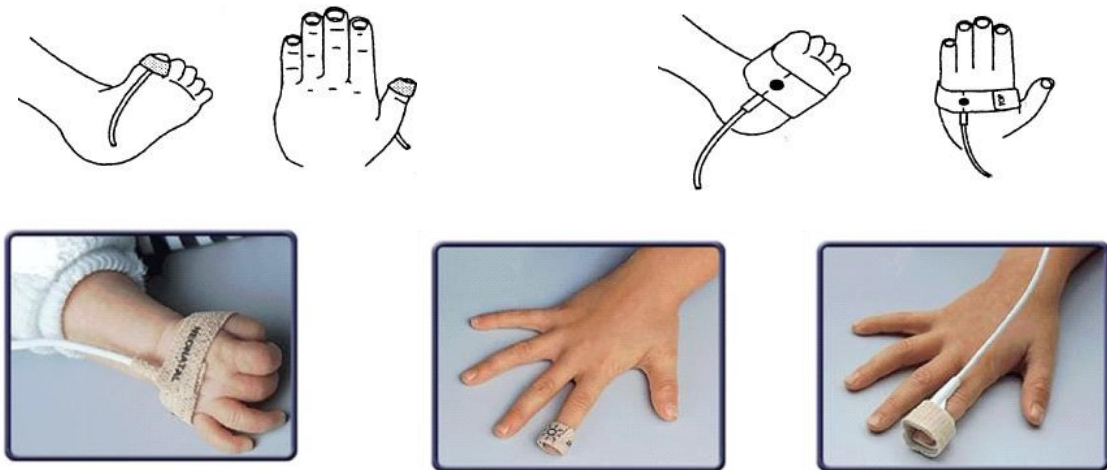


- Puede alertar sobre la disminución sobre la perfusión sobre los tejidos.
- Se puede realizar en cualquier entorno sanitario.

### 6.1.8. DESVENTAJAS SOBRE LA PULSOXIMETRIA.

- No informa sobre el PH.
- No detecta hipoxemia.
- No detecta hipo ventilación.
- Los enfermos crónicos suelen tener mala perfusión periférica.

### 6.1.9. SONDA DE MEDICION



Figuras # 6 Sitios de Localización para Obtener Señales.

Fuente: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14414341/oximetros-de-pulso-saturometros/5>

### 6.1.10. DIAGRAMA EN BLOQUE DE UN SATUROMETRO

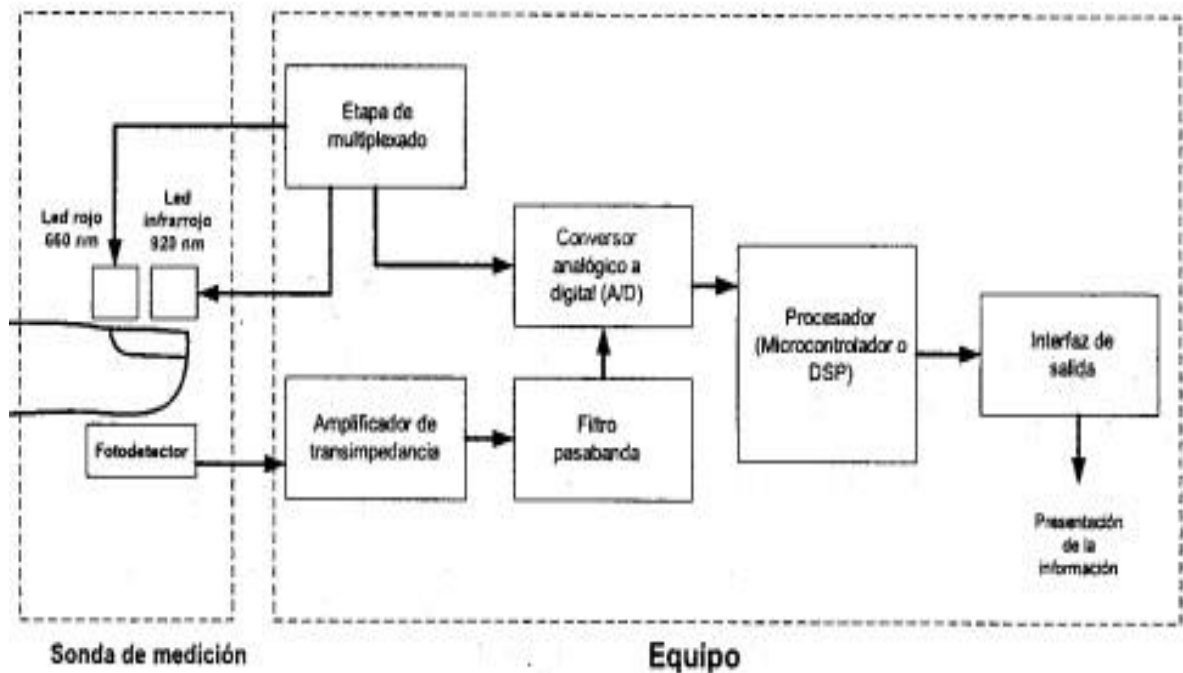


Figura # 7. Diagrama en Bloque Pinza de Saturación.

Fuente:

<http://www.efn.uncor.edu/escuelas/biomedica/Plandeestudios/materias%20completas/Instrumentacion%20biomedica/Material/agosto%202010/Saturometros%202010.pdf>

## 7. FUNCIONAMIENTO DEL TENSIOMETRO DIGITAL.

Es un medidor de presión sanguínea digital, posee un sensor de presión integrado, circuito de acondicionamiento de señal analógica, un micro controlador y micro procesador y un grupo de visualizadores. Este prototipo lee la presión de la muñeca y extrae los pulsos para el análisis y determinación de la presión sistólica, diastólica, facilitándonos la oportunidad de añadirte otras funcionalidades y las pulsaciones por minutos.

## 7.1. FUNCIONALIDADES DE LOS TENSIOMETROS DIGITALES.

- **Medición del Pulso:** Nos muestra las cifras de pulsaciones por minuto a que palpita nuestro corazón.
- **Repetición de la Lectura y Cálculo de la Medida:** Muchos tensiómetros digitales, hacen la lectura dos o tres veces consecutivas, y el valor que nos ofrecen de la lectura es el cálculo de la medida de las distintas lecturas. De esta forma se consigue un resultado lo más real posible.
- **Indicador de Hipertensión o Hipotensión:** Nos alerta si la lectura que nos ha hecho esta fuera de los rangos recomendados ya sea por arriba o por abajo.
- **Detector de Arritmia:** El dispositivo es capaz de detectar determinados ritmos anómalos del corazón (no cualquiera arritmia pero si algún tipo de anomalía), y en caso de detección nos avisa.
- **Almacenamientos de Lecturas Previas:** Dispone de una memoria interna donde se almacenan las últimas lecturas, con lo que podemos comparar los resultados actuales con las lecturas de los últimos días, y ver la evolución de las lecturas.

## 7.2. NIVELES DE TENSION ARTERIAL.

EDAD	PRESION SISTOLICA		PRESION DIASTOLICA	
	HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER
16 - 18 Años	105 - 135	100 - 130	60 - 86	60 - 85
19 - 24 Años	105 - 139	100 - 130	62 - 88	60 - 85
25 - 29 Años	108 - 139	102 - 135	65 - 89	60 - 86
30 - 39 Años	110 - 145	105 - 139	68 - 92	65 - 89
40 - 49 Años	110 - 150	105 - 150	70 - 96	65 - 96
50 - 59 Años	115 - 155	110 - 155	70 - 98	70 - 98
60 o Mas	115 - 160	115 - 160	70 - 100	70 - 100

Tabla # 5 Niveles de Tensión Arterial.

Fuente: <http://www.fac.org.ar/qcvc/publico/ap010/giuliano.php>

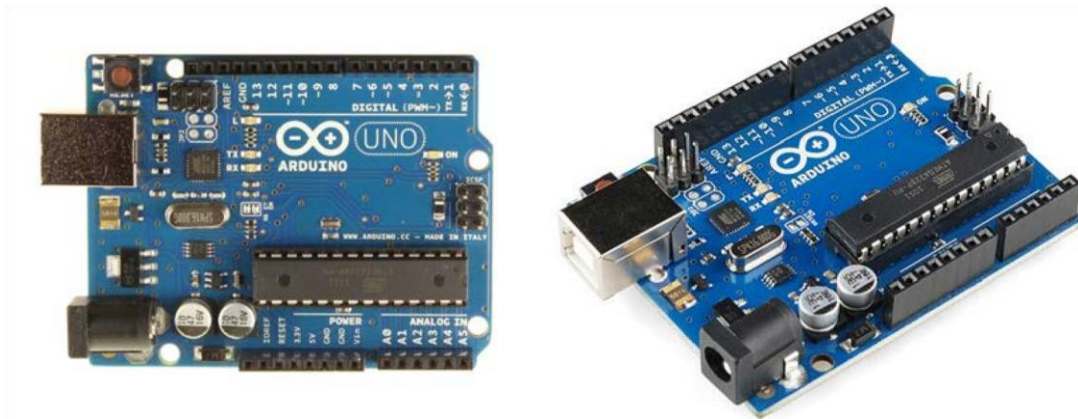
## 7.3. TARJETA ARDUINO.

El arduino Wifi shield es una tarjeta que se adapta al módulo Wifi CC 3000. Esta tarjeta (shield) es compatible con una red de internet inalámbrica que a su vez es compatible con diferentes plataformas. Con este shield se hace más sencillo conectarse a internet utilizando una infraestructura de comunicaciones muy usada como lo es el Wifi.

El módulo Wifi CC 3000 posee una característica TCP/IP por su respectivo hardware lo que hace ser una de las plataformas más estables del mercado, sin necesidad de ocupar recursos del procesador o micro controlador en tareas de comunicación.

El arduino WiFi shield viene con una completa biblioteca de funciones para transmisión de datos y configuración del shield desarrollada por un micro controlador.

Arduino Wifi shield es ideal para monitoreo y control de equipos usando arduino y comunicándose vía internet. También puede ser usado para la transmisión de datos a usuarios remotos.



Figuras # 8. Arduino Uno.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>

### 7.3.1. PARTES DEL SHIELD

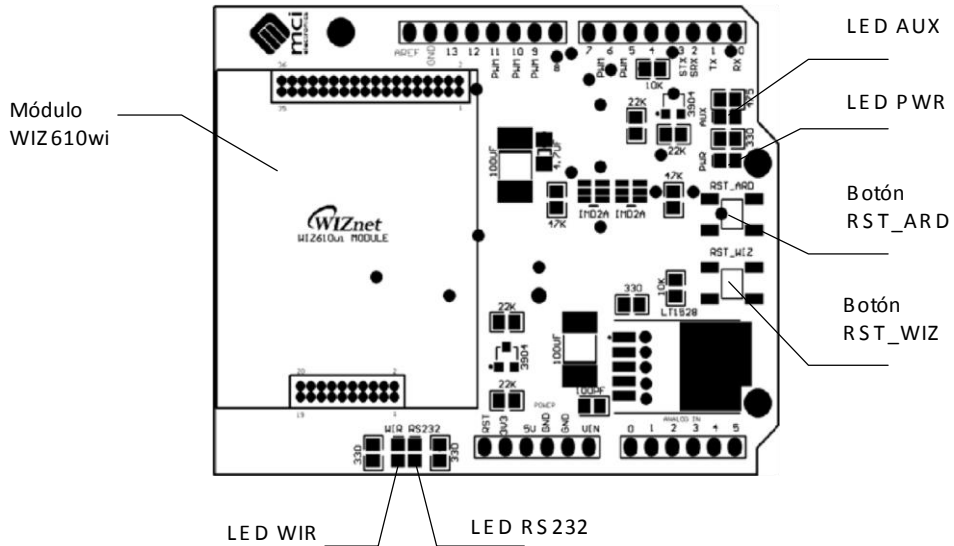


Figura # 9. Vista Superior Placa Arduino wifi shield

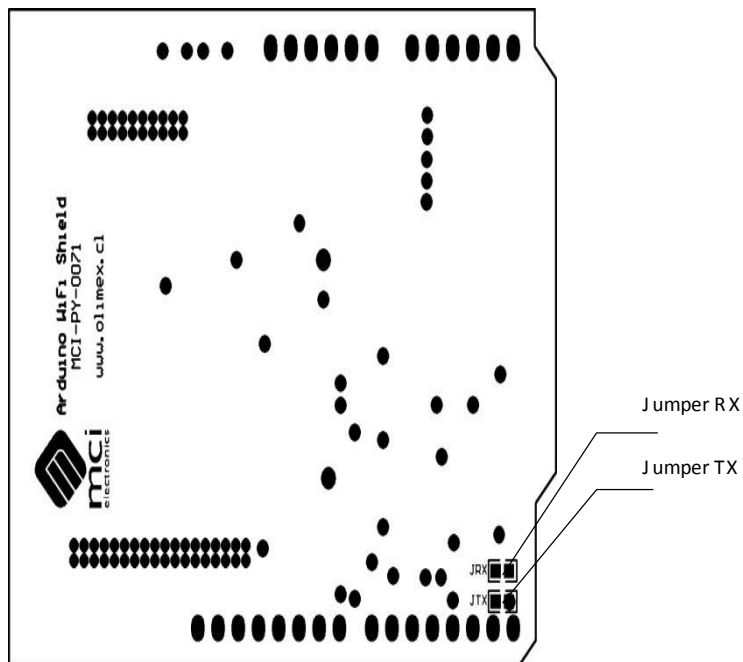


Figura # 10. Vista Inferior Placa Arduino Wifi Shield.  
<http://docplayer.es/4448710-Manual-de-usuario-arduino->

- **Módulo:** CC 3000 Modulo wifi
- **LED PWR:** Led indicador que indica que la tarjeta se encuentra energizada.
- **Encendido:** Tarjeta energizada.
- **Apagado:** Tarjeta des-energizada.
- **LED WIR:** Led indicador de actividad en la interfaz del módulo.
- **ESTATICO:** Sin transferencia de datos.
- **PARPADEANDO:** Transmitiendo o recibiendo datos.
- **LED AUX:** Led configurable por el usuario. Corresponde al pin 7 de la tarjeta Arduino.
- **BOTON RST\_ARD:** Botón de reset de la tarjeta base Arduino.

**BOTON RST RST\_ WIZ:** Botón de reset de tarjeta wifi.

Este botón resetea el módulo wifi a sus valores de fábrica si se mantiene presionado por más de 3 segundos.

**JUMPER RX:** Jumper para usar puerto serial RX por hardware de tarjeta Arduino.

Si utiliza este puerto de comunicaciones, pierde la capacidad de programar la tarjeta Arduino con el shield montado.

- **JUMPER TX:** Jumper para usar puerto TX por hardware de tarjeta Arduino.

Si utiliza este puerto de comunicaciones, pierde la capacidad de programar la tarjeta Arduino con el shield montado.

### 7.3.2. INSTALACION DEL SHIELD

Antes de conectar el Arduino Wifi shield a la placa base se deben realiza los siguiente pasos.

A. Conectar la tarjeta CC 3000 al shield.

B. Posicionar el shield en la forma que muestra la figura 3 y notar que los pines que bajan hacia la placa base de Arduino tienen una única posición de conexión.

C. Ensamblar Arduino Wifi Shield con placa Arduino Base.

D. Conectar Placa base Arduino con PC usando cable USB.

E. Energizar placa Arduino Base con fuente de poder 5- 9 VDC 100 mA.

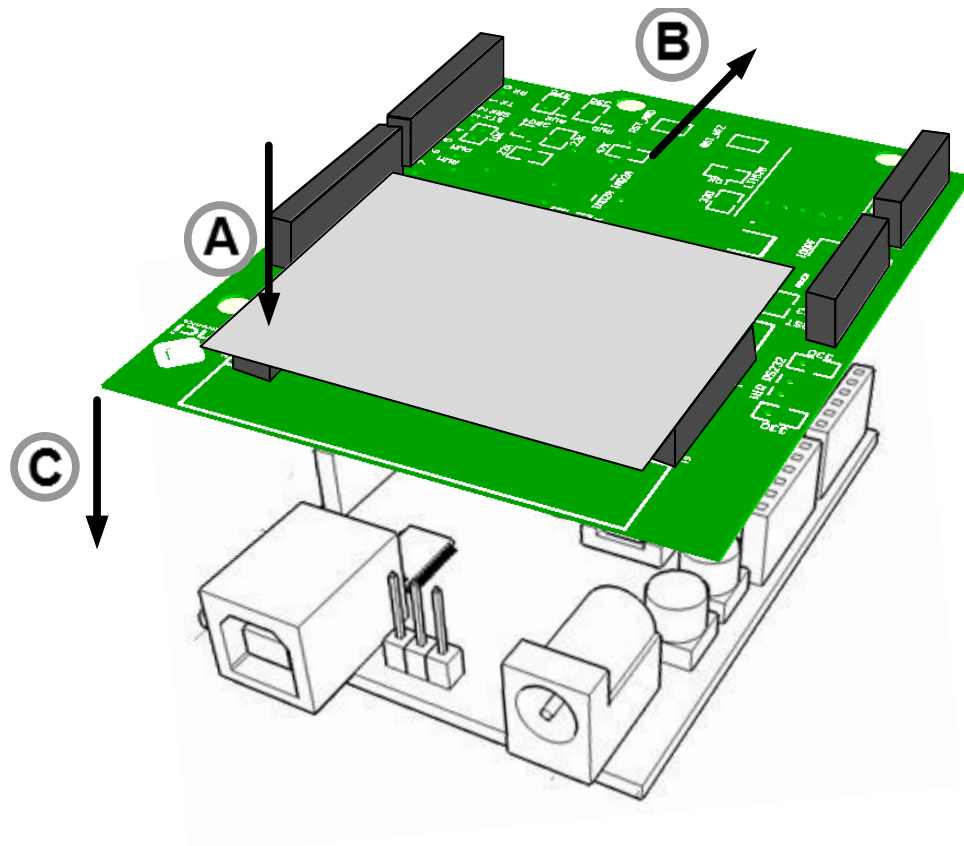


Figura # 11. Ensamblaje Tarjeta Shield a Tarjeta Arduino.

Fuente: <http://www.prometec.net/shield-ethernet/>



### 7.3.3. MAPA DE PUERTOS

PIN	NOMBRE	FUNCION
DIC	Serial RX	Conexión a Rx del puerto serial por hardware. No utilizado
DIGITAL 1	Serial TX	Conexión a Tx del puerto serial por hardware. No utilizado
DIGITAL 2	Soft serial Rx	Conexión a Rx del puerto por software
DIGITAL 3	Soft serial	Conexión a Tx del puerto serial por software
DIGITAL 4	PWR OFF	Conexión para encendido o apagado del shield ALTO: Apaga regulador de voltaje BAJO: Enciende regulador de voltaje
DIGITAL 7	AUX LED	Conexión para LED auxiliar
DIGITAL 12	WIZ CFG	Pin de control de modo de configuración. ALTO: Entra a modo de configuración Bajo: Sale de modo de configuración

Tabla # 6. Mapa de Puertos.

Fuente: <http://www.prometec.net/shield-ethernet/>

### 7.3.4. CARACTERISTICAS ELECTRICAS.

- Alimentación 5-9 VDC.
- Consumo 500 mA aprox.

### 7.3.5. CARACTERISTICAS MECANICAS.

Dimensiones (Ancho x Largo x Alto) 54X69X11 mm.

- La configuración del módulo se puede realizar vía web, aunque también pueden configurarse algunos parámetros usando el módulo de configuración vía serial.
- Partiendo con la configuración de fábrica.

La primera forma de cambiar la configuración consiste simplemente en instalar el shield como se ha especificado en el punto 3 y utilizar las opciones con que viene configurado de fábrica, para luego modificarlas ingresando a la interfaz Web, esta es una opción bastante fácil pues basta con utilizar un computador con conectividad Wi-Fi que se conectara al shield que estará funcionando en modo Access Point.

Tras haber instalado el shield y tenerlo funcionando solo habrá que esperar unos 40 segundos para poder observar el Access Point disponible para conectarse, el SSID por defecto es WLANAP, al que se puede ingresar sin ninguna clase de contraseña ni tampoco identificación.

Ya estando el computador conectado al shield usando cualquier navegador Web. Ingresamos a la página de configuración del módulo, que tiene la dirección IP 192.168.1.254, donde usaremos para identificarnos.

USUARIO: admin

CONTRASEÑA: admin

De esta manera ya habremos ingresado a la página de configuración del módulo WIN 610.

## 8. CONEXIÓN CON UN SERVIDOR.

Para conectarse a un servidor y enviar mensajes primero hay que tener el servidor corriendo, en este caso, para tomar un ejemplo se ha utilizado el software Hércules para comunicar el shield con un computador de la misma red, que se ha configurado para escuchar pacientes en el puerto 5005, puede verse en la captura de pantalla.

### 8.1 DIAGRAMA EN BLOQUE DEL PROTOTIPO.

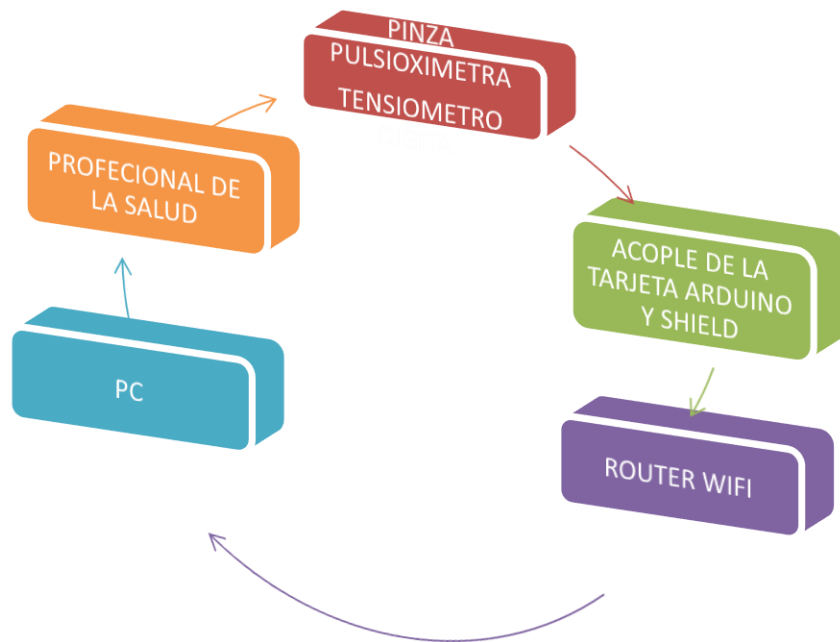


Figura: # 12 Diagrama en Bloque del Prototipo.

Fuente: Autores

En este diagrama se puede observar el cómo van entrelazados todos los componentes para el correcto funcionamiento de este prototipo.

Está formado de una pinza de pulsioximetría, un tensiómetro digital portátil, ya que estos son los encargados de obtener las distintas señales ya mencionadas.

Después pasan las señales a unos acoples que son el Arduino y el Shield de

Wi-Fi, donde las señales son transformadas y pueden ser dirigidas a un Router donde son captadas y luego se envían a un computador o una dirección IP para que el profesional de salud pueda observar y poder estar en un constante chequeo a los pacientes que se encuentren registrados para poder acceder a este proyecto. Para lograr este funcionamiento óptimo, son necesarios algunos complementos Electrónicos como son:

- Filtros pasa baja.
- Filtros pasa alta.
- Sensores de presión.
- Amplificadores de instrumentación.

Todo este sistema se podrá observar en la etapa final cuando demos por terminado este proyecto, en el momento se están realizando los respectivos ajustes y pruebas en los diferentes circuitos electrónicos.

Ya que tenemos planeado impulsar este prototipo para las personas más necesitadas.

## 8.2 CONECTIVIDAD REMOTA EN TIEMPO REAL.

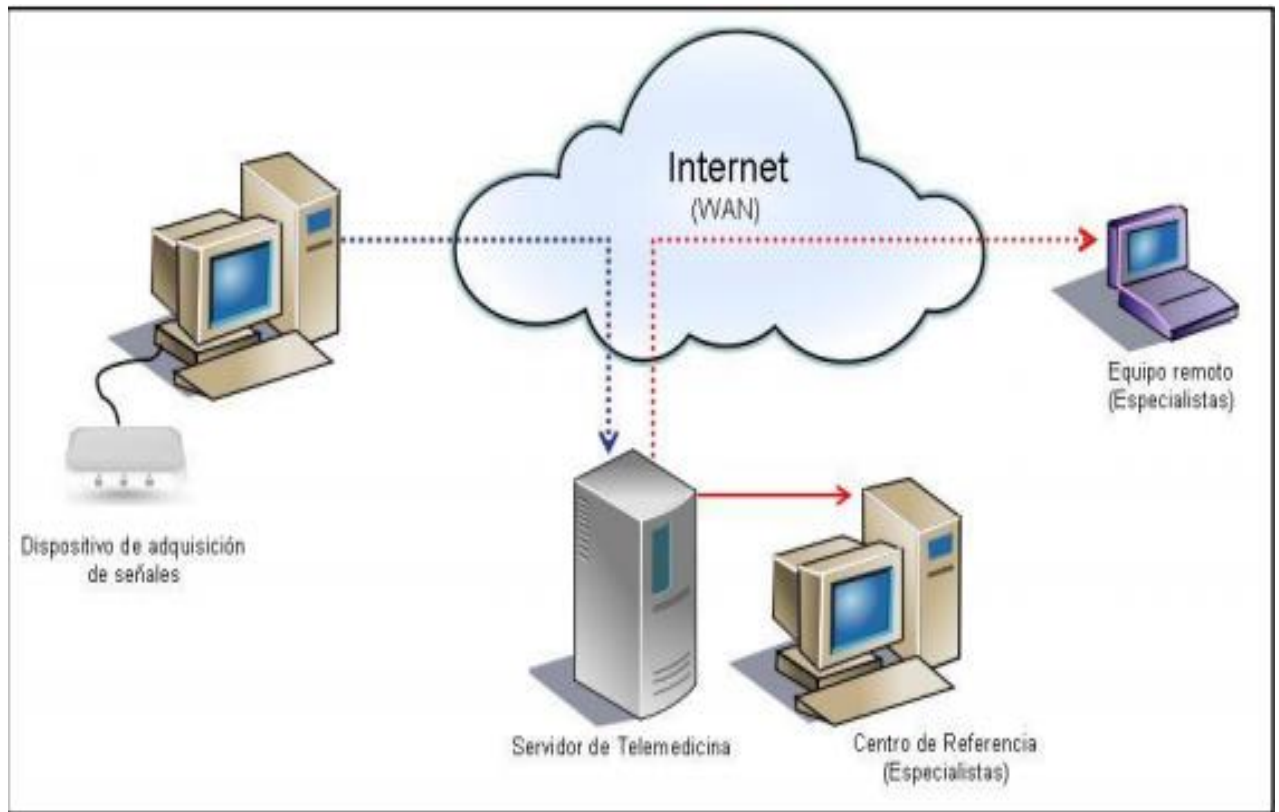


Figura # 13. Esquema de Conexión a través de la Internet.

Fuente: Grupo de Investigación Bioingenium. Obtenido Noviembre 2012.

<http://www.bioingenium.unal.edu.co/pagpro.php?idp=monitor&lang=es&linea=1>

El principal objetivo de este proyecto investigativo es hacer que los datos médicos obtenidos de los pacientes generados por el Pulsioxímetro sea ejecutables de forma remota y puedan ser vista y analizadas por los familiares o especialista médico.

## 9. METODOLOGIA

- Investigar los métodos de capturas para la señal de presión arterial y de la saturación de oxígeno.
- Implementar una aplicación optima que capture las señales obtenidas por medio de del tensiómetro y la pinza de oximetría.
- Crear un dispositivo que se acople vía WI-FI con la tarjeta de Arduino, hacer enlaces de comunicación con el shield por medio de un software.
- Obtener valores de tensión arterial y saturación de oxígeno, para que sean analizados y evaluados para poder llegar a un diagnóstico clínico.

### 9.1 DIAGRAMA EN BLOQUE DE UN TENSIOMETRO DIGITAL.

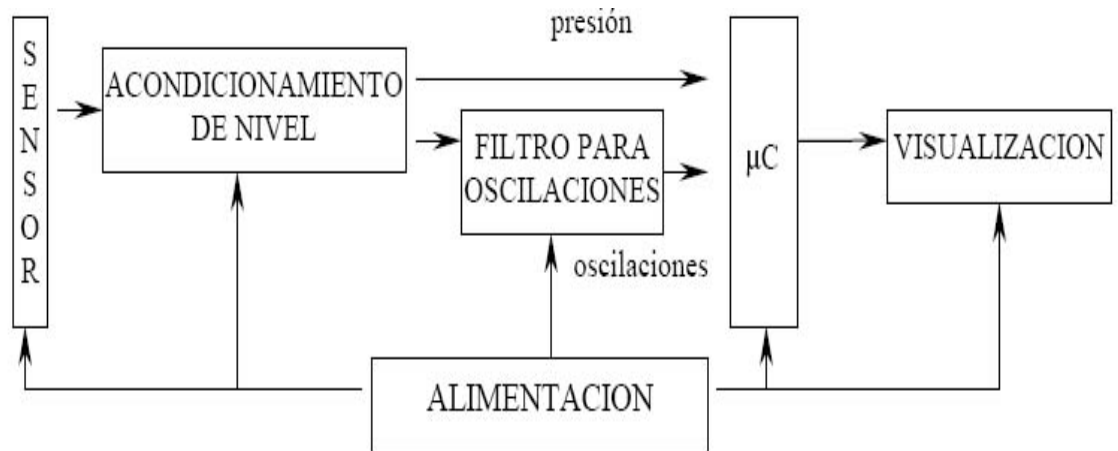


Figura # 14. Diagrama en Bloque de un Tensiómetro Digital.

Fuente: <https://www.elctronicafacil.net/tutoriales/Tensio metro-Digital-Portatil.php>

En este diagrama se puede observar un sensor que es el encargado de convertir la presión en niveles de tensión diferencial que son dirigidos a un acondicionador, del cual salen dos señales, una que pasa antes por un filtro pasa bajo, y va directo al canal de conversión del micro controlador, y la otra que será filtrada para obtener las oscilaciones que serán analizadas por el microcontrolador luego de que sean convertidas digitalmente. El microcontrolador analizara y calculara las presiones cada vez que se dé la orden.

En esta parte se analizará los ítems: Tipo y métodos de investigación, técnicas para recopilar información, presentación de la información, actividades y cronograma de actividades.

## **10. TIPOS DE INVESTIGACION**

En este proyecto emplearemos el método de investigación descriptivo y conjuntamente ya que es necesario el análisis y estudio para documentar todo el proceso en la parte electrónica y de programación del dispositivo.

## **11. METODOS DE INVESTIGACION**

De acuerdo con los objetivos planteados, se prevé que serán utilizados los métodos básicos: inductivo, ajustándose a la necesidad que cada ítem requiera o se disponga de información, para utilizar el método que sea conveniente.

## **12. RECURSOS Y PRESUPUESTO**

- Recurso Humanos
- Recursos Físicos
- Recursos Financieros

Aquí se hace una ilustración donde se detallan los costos de la elaboración del proyecto de investigación:

## 12.1 RECURSOS HUMANO.

NOMBRES Y APELLIDOS	TITULO		FUNCION	HORAS POR SEMANA	VALOR HORA (PESOS)	DEDICACION Por SEMANAS	TOTAL (PESOS COL)
	FORMACION BASICA	POSGRADO					
Edward Bejarano	Ingeniero de Control		Director				
Danilo Boíta	Auxiliar de Ingeniería		Asesor Extra	3 Horas	120.000	9 Horas	360.000
<b>SUBTOTAL</b>							

Tabla # 7. Tabla de Recursos Humanos.

Fuente: Autores

## 12.2 RECURSOS FISICOS.

### 12.3 EQUIPOS.

CONCEPTO.	CANTIDAD.	TOTAL.
Equipo de Cómputo.	2	2.400.000
<b>SUBTOTAL.</b>		<b>\$ 2.400.000</b>

Tabla # 8. Tabla de Recursos Físicos.

Fuente: Autores



## 12.4 RECURSOS FINANCIEROS.

## 12.5 MATERIALES E INSUMOS.

CONCEPTOS.	TOTAL (\$).
Papelería y CD's.	80.000
Fotocopias.	40.000
Módulo Shield con WIFI	150.000
Tarjeta Arduino Uno	80.000
Cargador (Portátil)	40.000
Transportes	300.000
<b>Total.</b>	<b>\$ 690.000</b>

Tabla # 9. Materiales e Insumos.  
Fuente: Autores

## MARCO LEGAL DE DISPOSITIVOS BIOMEDICOS

### INTRODUCCION

El INVIMA como institución encargada de la Vigilancia Nacional Sanitaria, tiene como uno de los muchos objetivos buscar proteger y promover la salud de la población, por medio de la gestión del riesgo asociada al consumo y uso de algunos productos y tecnologías objeto de vigilancia sanitaria contemplados en el artículo 245 de la ley 100 de 1993, el artículo 2º del decreto 2078 de 2012.

Donde hace referencia a:

- fijar y cobrar tarifas para la expedición de licencias sanitarias de funcionamiento, registros sanitarios, certificaciones y derechos de análisis.
- Otorgar un visto bueno sanitario a la importación y exportación de los equipos para uso de los pacientes, con previo cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas vigentes.
- Cumplir y hacer cumplir las normas y los reglamentos que tengan establecidos la dirección del sistema de Seguridad Social en Salud.

El INVIMA como Autoridad Sanitaria del orden nacional y encargada de la ejecución de las materias en políticas en materia de vigilancia sanitaria y en control de calidad, entre ellos los Dispositivos Médicos, al establecer mecanismos efectivos que permitan optimizar la interrelación con los usuarios cuyas actividades están relacionadas con la Producción, importación, Exportación , Almacenamiento, Comercialización, Uso y Mantenimiento de estos productos, mejora la confianza y legitimidad de la respectiva gestión institucional.

## **DECRETO 4725 DE 2005**

Lo cual establece el régimen de registros sanitarios, permisos para poder comercializar, y vigilancia sanitaria de los Dispositivos Médicos para usos humano, que facilite a los establecimientos dedicados a cualquiera de las actividades que tengan que ver con este tipo de Tecnologías.

## **QUE SON LOS DISPOSITIVOS MEDICOS**

Son cualquier instrumento, aparato, maquina, software, equipo biomédico u otro artículo relacionado utilizado ya sea solo o en conjunto, que intervengan en su correcta aplicación, destinado por un fabricante, para el uso en seres humanos en algunos de estos casos:

- Diagnóstico, Prevención, Prevención o alivio de una enfermedad como por ejemplo, un Monitor de Signos Vitales, Una Pinza de Pulsioximetria.
- Investigación, sustitución, modificación o soporte de la estructura anatómica o de un proceso fisiológico como podrían ser Marcapasos, válvulas cardiacas, prótesis etc.

## **BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA DE DISPOSITIVOS MEDICOS**

Son los procedimientos y métodos utilizados para asegurar la calidad durante la manufactura, el empaque, el almacenamiento y la instalación de los dispositivos médicos para uso humano.

## **CERTIFICADO DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO.**

Es el acto administrativo que expide el INVIMA, a los importadores de dispositivos médicos, en el consta el cumplimiento de las condiciones sanitarias para el almacenamiento y el acondicionamiento, el control de calidad y recurso humano que garantiza su buen funcionamiento, así como la capacidad técnica y la calidad de los equipos.

## **CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LAS BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA**

Es el acto administrativo que expide el INVIMA, para los fabricantes de equipos biomédicos, en el cual hace constar que el establecimiento que fabrica el dispositivo cumple con las buenas prácticas de manufactura de dispositivos biomédicos

### **DISPOSITIVO MEDICO ACTIVO**

Cualquier dispositivo médico que su funcionamiento dependa de una fuente de energía eléctrica o de cualquier fuente de energía distinta de la generada por el cuerpo humano, y que actué mediante la conversión de dicha energía. No se consideran dispositivos médicos activos.

### **DISPOSITIVO CON SUPERFICIE DE CONTACTO**

Son aquellos dispositivos médicos que influyen contacto con piel, membrana mucosa.

## **DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN INTERNA Y EXTERNA.**

Son los dispositivos que ingresan en contacto directo con la corriente sanguínea. O aquellos que se comunican con tejidos, huesos, ejemplo catéteres, mallas para herniorrafia.

Los equipos biomédicos pueden ser nacionalizados en los términos y condiciones ya estipulados en la normatividad aduanera.

## **DECRETO 2685 DE 1999**

Este decreto modifica la legislación aduanera para la importación temporal y solo pueden ser certificados por su fabricante o su representante en Colombia.

El concepto de equipo biomédico en demostración se refiere a aquel equipo que no ha sido usado en ningún paciente y que solo se pudo haber utilizado en demostraciones.

## **NORMATIVIDAD ESTABLECIDA PARA LOS DISPOSITIVOS MEDICOS Y CONTROL AMBIENTAL.**

**El Gobierno Nacional en el Ejercicio Constitucional expidió el Decreto # 195 de Enero 31 2005.**

### **Ley 09 1979 Artículo 149**

**Adoptan los Estándares Internacionales indicados para la protección de irradiación no ionizante y todo el complejo de las telecomunicaciones expresado por la (UIT).**

El INVIMA dentro de sus facultades normativas y en el ejercicio de control de los diseños, implementación de nuevos dispositivos tecnológicos Médicos tiene un esquema de verificación de todos los requisitos necesarios y pertinentes para que puedan ser aprobado su funcionamiento y finalidad, basados en la Resoluciones 4816 de 2008 y el Decreto 4725 de 2005 donde faculta a una persona Natural o Jurídica para Producir, Fabricar, Importar, Exportar, Ensamblar, Procesar, Exender o vender Equipo Biomédico controlado.

## **CONCEPTUALIZACION DE RADIACION.**

La radiación es una forma de energía en movimiento que está presente en nuestro mundo de forma Natural y Artificial. Aplicaciones tan comunes como la Electricidad, la Radio y la Televisión y todos los Equipos de Cómputos son fuentes de Radiaciones.

## **FORMAS DE RADIACIONES.**

Radiaciones Ionizantes: Contiene Energía suficiente para producir ionización separando electrones de los átomos o moléculas (Rayos Gamas y Rayos x) son formas de radiaciones ionizantes.

Radiación no Ionizante: No tienen suficiente Energía para causar ionización, la Radio Frecuencia, las microondas, los rayos infrarrojos y la luz visible son radiaciones no ionizantes.

## **EFFECTOS GENERADOS POR LA RADIACION IONIZANTE EN LA SALUD.**

Su interacción con la materia pueden cambiar reacciones químicas del cuerpo lo que lleva ocasionar daños en los tejidos biológicos, incluyendo efectos alterativos en el (ADN) material genético del cuerpo humano.

## **DAÑOS QUE PUEDA GENERAR LA RADIACION NO IONIZANTE.**

Los niveles de exposición de esta son muy bajos, por lo cual no hay evidencia científica de que indique que causen daños algunos.

En la ejecución de las políticas sanitarias, el INVIMA interactúa con cuatro sistemas nacionales:

- Sistema de Salud Pública.
- Sistema de Salud Ambiental.
- Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias.
- Sistema de Ciencia y Tecnología.

### 13. CONCLUSIONES

- Tras la conclusión de esta primera fase del proyecto correspondiente a un dispositivo que pueda enviar las señales de saturación de oxígeno y tensión arterial mediante vía WI-FI. Hacemos balance entre los objetivos que nos planteamos al inicio del mismo.
- Con la investigación realizada y adjuntada se logró concretar el beneficio que traería a toda la población que utilice este dispositivo.
- En esta parte del proyecto el objetivo principal siempre fue el de construir un dispositivo que se encargara de monitorizar la saturación de oxígeno y la tensión arterial sistólica y diastólica para que se pudieran enviar las señales obtenidas por medio de WI-FI a una estación remota.
- Por otro lado, una de las principales intenciones del proyecto era construir un dispositivo de bajo costo que pudiera estar al alcance de cualquier paciente.
- El sistema de procesamiento de los datos, cuenta con alarmas que se activan cuando se registran valores fuera del rango normal de los signos vitales y desconexión de los sensores.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLOMBIA MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Resolución 1448 de 2006: por la cual se define las condiciones y habilitaciones para las instituciones que prestan servicio de salud bajo la modalidad de Telemedicina.
- Min Comunicaciones.
- Ms.C. Lilia Edith Aparicio Pico, Ms.C. Jaime Ramírez Artunduaga: Arquitectura de Red de Telemedicina. Primera Edición Octubre 2003 Bogotá DC Colombia.
- COLOMBIA MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Diario oficial 4.5611Resolucion 2182 del 9 de Junio 2004: por la cual se define las condiciones y habilitaciones para las instituciones que prestan servicio de salud bajo la modalidad de Telemedicina.
- 1 [www.rcnradio.com/.../el-ministerio-de-salud-encontro-150-problemas-q...](http://www.rcnradio.com/.../el-ministerio-de-salud-encontro-150-problemas-q...)
- [www.ubiobio.cl/cps/ponencia/doc/p2.1.htm](http://www.ubiobio.cl/cps/ponencia/doc/p2.1.htm)
- [www.repository.eia.edu.co/bitstream/11190/340/1/BIOM0197.pdf](http://www.repository.eia.edu.co/bitstream/11190/340/1/BIOM0197.pdf)
- [www.apunts.org/es/la-pulsioximetria-su-aplicación.../90001816](http://www.apunts.org/es/la-pulsioximetria-su-aplicación.../90001816)
- <http://www.ismsolar.com/blog/la-guia-definitiva-de-comunicaciones-wifi-con-el-arduino-wireless-sd-shield-y-wifly-rn-xv>
- <file:///C:/Users/KRISTOSKI/Downloads/Manual%20de%20Usuario%20Arduino%20WiFi%20Shield.pdf>
- <http://hombremecatronico.es/2010/01/configura-la-conexion-wifi-de-tu-arduino/>
- <http://83.56.32.125/esp8266.html>
- <http://www.tdrobotica.co/tutoriales/arduino/262-arduino-ethernet-shield>
- <http://owa/?path=/mail/inbox/attachmentlightbox>
- <https://www.invima.gov.co/.../ABC%20Dispositivos%20Medicos%20INVIMA.pdf>
- [file:///C:/Users/KRISTOSKI/Downloads/DECRETO%20No.%202078%20DE%208%20OCTUBRE%20DE%202012%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/KRISTOSKI/Downloads/DECRETO%20No.%202078%20DE%208%20OCTUBRE%20DE%202012%20(1).pdf)



## 15. FUENTES DE REFERENCIAS.

<http://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/340/1/BIOM0197>

<http://conservarlasalud.blogspot.com.co/2015/05/presion-arterial.html>

<http://conservarlasalud.blogspot.com.co/2015/05/presion-arterial.html>

<http://paco-cubillo.blogspot.com.co/2006/01/qu-es-la-pulsioximetra.html>

<http://paco-cubillo.blogspot.com.co/2006/01/qu-es-la-pulsioximetra.html>

<http://www.portalbiomedico.com/equipamiento-biomedico/oxímetro/oximetría-de-pulso-conceptos.html>

<https://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsioximetria.pdf>

<https://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsioximetria.pdf>

<http://www.efdeportes.com/efd173/saturacion-arterial-de-oxigeno-a-altitudes-elevadas.htm>

<https://www.yumpu.com/es/document/view/14414341/oximetros-de-pulso-saturometros/5>

<http://www.efn.uncor.edu/escuelas/biomedica/Plandeestudios/materias%20completas/Instrumentacion%20biomedica/Material/agosto%202010/Saturometros%202010.pdf>

<http://www.fac.org.ar/qcvc/publico/ap010/giuliano.php>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>

<http://docplayer.es/4448710-Manual-de-usuario-arduino->

<http://www.prometec.net/shield-ethernet/>

<http://www.prometec.net/shield-ethernet/>

Grupo de Investigación Bioingenium. Obtenido Noviembre 2012.

<http://www.bioingenium.unal.edu.co/pagpro.php?idp=monitor&lang=es&linea=1> <http://www.elctronicafacil.net/tutoriales/Tensiometro-Digital-Portatil.php>

