



**INFORME DE PRÁCTICAS PROFESIONALES COMO
MODALIDAD DE GRADO**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE MONITOREO DE LA
CALIDAD DE PH DEL AGUA SUMINISTRADA PARA EL EQUIPO AUTOCLAVE
ESTERILIZADOR EN EL AREA DE CIRUGIA DE LA CLÍNICA CEHOCA S.A.S.**

**INFORME PRESENTADO COMO REQUISITO EN LA MODALIDAD DE PRACTICA
PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO.**

PRESENTADO POR:

ANDRES FELIPE ESPINOSA MEJIA

Código:

2010119021

PRESENTADO A:

ING. DIEGO ANDRES RESTREPO LEAL

Tutor de Prácticas Profesionales

ING. VIVIANA QUICENO ARCE

Jefe Inmediato Empresa

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SANTA MARTA D.T.C.H.

Fecha: 20/10/2021

TABLA DE CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	3
2	OBJETIVOS Y/O FUNCIONES.....	4
2.1	Objetivo general:	4
2.2	Objetivos específicos:	4
2.3	Funciones del practicante en la organización	4
3	JUSTIFICACIÓN	5
4	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	6
4.1	¿Quiénes somos?	6
4.2	Misión	6
4.3	Visión.....	7
4.4	Valores institucionales:	7
4.5	Objetivo estratégicos.....	7
4.6	Poster y organigrama.....	8
5	SITUACION ACTIUAL	10
6	BASES TEORICAS RELACIONADAS	11
7	DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	12
7.1	Actividades desarrolladas dentro de la clínica.....	12
7.2	Desarrollo de actividades del proyecto.....	13
7.2.1	pH (POTENCIAL DE HIDROGENO).....	16
7.2.2	SENSOR DE PH PARA ARDUINO.....	17
7.2.3	Características del sensor de ph.....	18
7.2.4	Características sonda pH BNC	18
7.2.5	Microcontrolador: arduino uno	19
7.2.6	Bluetooth modem - HC-06	20
7.2.7	LCD 16*2.....	23
7.2.8	MÓDULO ADAPTADOR LCD A I2C.....	25
7.2.9	APP INVENTOR.....	27
7.3	DESARROLLO DEL PROTOTIPO	29
8	CRONOGRAMA.....	37
9	PRESUPUESTO	38
10	CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS	39
11	BIBLIOGRAFIA	40
12	ANEXO.....	41
12.1	Anexos practicas	47

1 PRESENTACIÓN

El propósito de este proyecto es realizar un módulo de monitoreo con comunicación vía bluetooth, con el fin de evaluar la calidad del agua, en este caso el parámetro de PH para garantizar el buen funcionamiento del equipo autoclave esterilizador que se encuentra en el área de cirugía de la clínica Cehoca S.A.S.

Su desarrollo se ha basado en la plataforma de hardware libre Arduino, junto con diferentes softwares de código abierto, lo que reduce el valor de los costos.

Inicialmente, se estudia el parámetro de pH con el cual debe funcionar correctamente el equipo, ya que este consta con una ficha técnica el cual el fabricante establece los parámetros correctos para la autoclave consolidate.

Para el desarrollo del Proyecto, se procede a implementar un sistema que se encargue de la recolección de datos de una manera confiable, utilizando uno de los dispositivos más populares que se encuentran en el mercado para la programación de código abierto como lo es la plataforma de desarrollo ARDUINO.

Se implementó un sensor que se encarga de medir la calidad de pH en el agua, como lo es el Sensor De PH 0-14 Arduino, el objetivo es recolectar el mayor número de muestras para verificar que el pH se encuentre dentro del rango establecido por el fabricante para garantizar el óptimo funcionamiento del equipo. Estos datos se podrán visualizar a través de una pantalla LCD que se encontrara situada en el módulo o de manera remota en tiempo real a través de una aplicación en un dispositivo con sistema Android.

2 OBJETIVOS Y/O FUNCIONES

2.1 Objetivo general:

Diseñar e implementar un módulo de monitoreo de la calidad de pH del agua suministrada para el equipo autoclave esterilizador en el área de cirugía de la clínica Cehoca S.A.S.

2.2 Objetivos específicos:

- Elaborar un estudio de los elementos que se utilizarán en el desarrollo del módulo.
- Diseñar un módulo de monitoreo de calidad de PH del agua.
- Implementar módulo de monitoreo de calidad de PH del agua
- Observar los datos a través de una apk móvil mediante bluetooth.

2.3 Funciones del practicante en la organización

- Mantenimiento preventivo de equipos biomédicos.
- Mantenimiento correctivo de equipos biomédicos.
- Mantenimiento sistematizado de equipos biomédicos.
- Manejo de inventarios de equipos biomédicos.

- Desarrollo de programas de mantenimientos de equipos biomédicos.

3 JUSTIFICACIÓN

La autoclave hace parte de los equipos médicos fundamentales para la esterilización hospitalaria; este equipo médico debe cumplir los parámetros establecidos por el fabricante, entre los más importantes se puede resaltar:

- Tensión de alimentación V Alterna 110-115 ~
- Frecuencia de alimentación Hz 60
- Potencia máquina Watts 1000
- Presión de funcionamiento Bar 2.2 - 1.5
- Peso bruto Kg 22
- Dimensiones embalaje alto 41 cm. Ancho 56 cm. Largo 56 cm.
- Ambiente de funcionamiento 3°C - 35°C
- Distancia de las paredes 20 cm
- Presión máx. 2,2 bar
- Temperatura máx. De trabajo: 160°C
- Presión mín. de trabajo: 1.5 bar
- Presión de prueba: 3 bar
- El pH no debe ser inferior a 7, lo óptimo es entre 9 y 10.

Se puede observar que el pH del agua es uno de los factores fundamentales que debe cumplir ciertas cualidades para su buen funcionamiento, para evitar daños en piezas de la autoclave. Estos problemas pueden ser los siguientes:

- Reducción de la cantidad de calor transmitido, por las incrustaciones sobre las superficies que transfieren el calor.
- Corrosión y fragilidad del acero del Autoclave.

De presentarse estos problemas en la autoclave pueden incrementar los costos y frecuencia en su reparación también puede presentarse la posible explosión de la autoclave, este evento puede tener diversas causas e incluso detener ciertas áreas de la clínica como por ejemplo el área de cirugía, como consecuencia para la clínica puede provocar pérdidas económicas.

	INFORME DE PRÁCTICAS PROFESIONALES COMO MODALIDAD DE GRADO	
---	---	---

Por esta razón se hace necesario diseñar e implementar un módulo de monitoreo de la calidad de pH del agua para prevenir uno o varios de los eventos posibles que pueden causar daños en el equipo.

4 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1 ¿Quiénes somos?

CENTROS HOSPITALARIOS DEL CARIBE. Es una sociedad anónima simplificada, que abre sus puertas el 12 de junio del 2012 a la comunidad Magdalenense. Registrada en Cámara de Comercio con documento privado del 11 de mayo de 2012 del representante legal, registrado en cámara de comercio bajo el Número 21902 del libro VI del registro mercantil el 14 de mayo de 2012. Ubicada en la calle 22 No 15-20 del Barrio Alcázares, la organización se gesta como producto de la iniciativa de personas con amplia experiencia en el sector salud, con el ánimo de superar las necesidades que se generan en el Departamento y ofertar a los habitantes del Magdalena servicios de salud bajo los más altos estándares de calidad.

La IPS Inicia sus labores con los servicios de urgencias, hospitalización, cirugía y servicios de apoyo con una infraestructura básica de 2 pisos. En el 2015, amplía sus instalaciones y la capacidad instalada, se realiza apertura de nuevos servicios de alta complejidad.

En el 2017 se realiza apertura del servicio de hemodinámica y diagnóstico cardiovascular. Actualmente cuenta con (3) tres sedes debidamente habilitadas de acuerdo a la normatividad vigente y con una proyección de crecimiento a mediano plazo para dar cumplimiento a la visión empresarial fijada al inicio de la prestación.

4.2 Misión

Institución prestadora de servicios de salud de alta complejidad con cobertura en la región caribe, comprometida con el bienestar de sus usuarios, en constante innovación

y el mejoramiento continuo de sus procesos; con integridad en la atención, experiencia seguras y humanizadas, con respaldo tecnológico y personal altamente calificado.

4.3 Visión

Clínica Cehoca se proyecta en el 2025, como una IPS de alta complejidad líder a nivel nacional, caracterizada por su modelo de excelencia y altos estándares de calidad, solidez y rentabilidad financiera, contando con un talento humano con vocación de servicio e innovador en el uso de tecnologías de la información y la comunidad.

4.4 Valores institucionales:

- Transparencia.
- Humanización del servicio.
- Integralidad.
- Trabajo en equipo
- Respeto

4.5 Objetivo estratégicos

- Garantizar la implementación y certificación de un sistema de gestión de calidad brindando un servicio acorde a las necesidades de atención en salud.
- Prestar servicios de salud seguros y eficientes minimizando los riesgos del paciente.
- Asegurar la sostenibilidad financiera y desarrollo institucional, generando rentabilidad económica y social. Fortalecer la gestión del talento humano, idóneo y con vocación, de acuerdo al nivel de complejidad.
- Lograr la satisfacción del usuario, a través de la prestación humanizada y oportuna del servicio de salud requeridos.

4.6 Poster y organigrama



CEHOCA
Centros Hospitalarios del Caribe S.A.S.
NIT: 900 520510-0

SERVICIOS

- URGENCIAS
- HOSPITALIZACIÓN ADULTOS Y PEDIÁTRICA
- UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS ADULTOS
- UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICA
- UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVO NEONATAL
- CIRUGIA
- LABORATORIO CLÍNICO
- SERVICIO FARMACEUTICO
- RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNOSTICAS
- TRANSPORTE ASISTENCIAL MEDICALIZADO
- VACUNACIÓN AL RECIÉN NACIDO
- PLANIFICACIÓN FAMILIAR (IMPLANTES SUBDERMICOS)
- NUTRICIÓN
- FISIOTERAPIA
- PSICOLOGIA

ESPECIALIDADES

- GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA
- ORTOPEDIA
- PEDIATRÍA
- CARDIOLOGÍA
- ANESTESIOLOGÍA
- MEDICINA INTERNA
- GASTROENTEROLOGÍA
- NEUROLOGÍA
- NEUROCIROLOGÍA
- UROLOGÍA
- ONCOLOGÍA CLÍNICA
- CIRUGÍA ONCOLÓGICA
- HEMATOLOGÍA
- INFECTOLOGÍA
- OTORRINOLARINGOLOGÍA
- CIRUGIA MAXILOFACIAL
- CIRUGÍA GENERAL
- CIRUGÍA PEDIÁTRICA
- CIRUGÍA PLÁSTICA Y ESTÉTICA
- CIRUGÍA DE TÓRAX
- OFTAMOLOGIA
- CIRUGÍA BARIATRICA
- CIRUGÍA VASCULAR Y ANGIOLÓGICA

**COMPROMISO, SENSIBILIDAD
Y CONFIANZA**

4314800 – 4203080
Consulta externa: 4225781
4202968 – 4215122

chcsantamarta@hotmail.com

Calle 22 15 – 34
Santa Marta - Colombia

Ilustración 1 POSTER CLINICA CEHOCA fuente: Clínica Cehoca

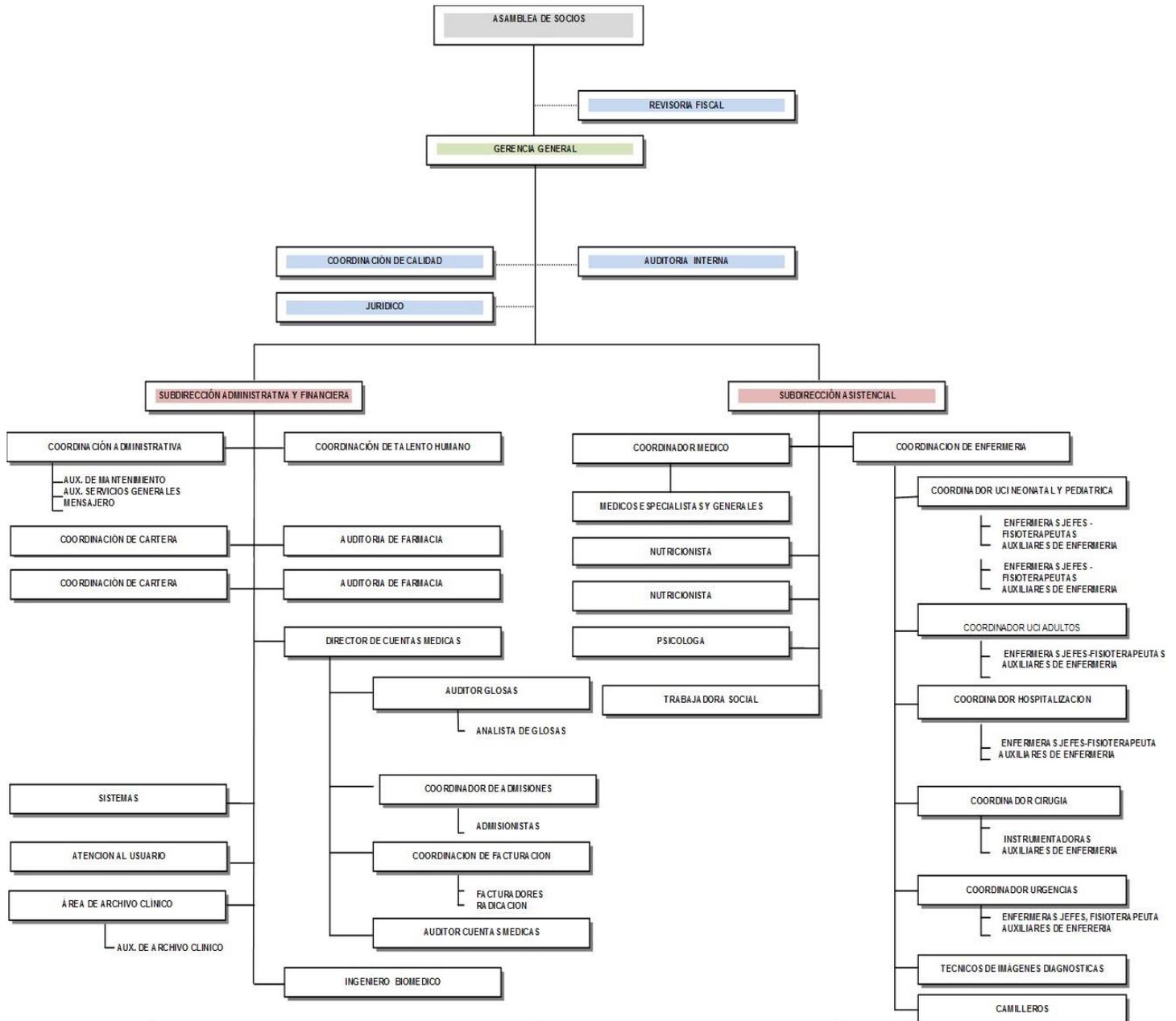


Ilustración 2 ORGANIGRAMA CLINICA CEHOCA Fuente: Clínica Cehoca

5 SITUACION ACTUAL

Durante los meses en que se realizó las prácticas profesionales se pudo observar un problema que actualmente existe en la clínica; este es de nivel tipo físico, ya que la clínica cuenta con un equipo de autoclave, el cual brinda el servicio para el área de cirugía.

Este equipo se encarga de esterilizar los diferentes materiales quirúrgicos, textiles, que son necesarios al momento de realizar cualquier procedimiento quirúrgico. El problema radica en la calidad del agua que es suministrada en el equipo, elemento de gran importancia para el funcionamiento de la autoclave, este no cuenta con un sensor de medición de PH, ni con etapa de filtros requeridos, cuya función se basa en eliminar las impurezas que se encuentran en ella.

La magnitud del problema es de gran complejidad puesto que el equipo ya ha presentado múltiples fallas, tales como corrosión y grietas en la cámara de acero, lo que requirió el cambio de este hace exactamente un año.

6 BASES TEORICAS RELACIONADAS

Para la realización y cumplimiento de cada actividad hecha en el área de Biomedicina de la clínica Cehoca, fue de gran importancia cada una de las competencias adquiridas en la vida académica desarrollada dentro del plan de estudios del programa de Ingeniería Electrónica como lo fueron las asignaturas de Procesamiento de señales medicas e Instrumentación hospitalaria, para el adelanto y desarrollo del proyecto fueron importantes asignaturas como Sistema y aplicaciones móviles, electrofisiología, Microprocesadores.

Estas materias fueron de gran importancia al momento de realizar el proyecto y en el desarrollo de las diferentes actividades que se hacían con cada uno de los equipos médicos que se utilizan en la clínica.

A continuación, algunos conceptos que fueron aplicados en el desarrollo de las actividades durante mi instancia como practicante de Ingeniería Electrónica:

Sistema y aplicaciones móviles: “Si hablamos de la definición básica, las aplicaciones móviles son programas diseñados para ser ejecutados en teléfonos, Tablet y otros dispositivos móviles, que permiten al usuario realizar actividades profesionales, acceder a servicios, mantenerse informado, entre otro universo de posibilidades.”. (Softcorp, s.f.)

Sensores: “Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.” (editorial etecé, 2013-2021)

Comunicación inalámbrica: “La comunicación inalámbrica es aquella en la que la comunicación (emisor/receptor) no se encuentra unida por un medio de propagación físico, esta comunicación se da por medio de ondas electromagnéticas.” (Videonet, 2021)

Programación: “La programación es el proceso de creación de programas informáticos. Esta definición se puede interpretar de la siguiente manera. La programación no es más que una explicación a la computadora de qué, en qué forma y cómo llegar al usuario. En

otras palabras, es una especie de arte de traducir los deseos de una persona al lenguaje de la máquina.” (www.ceupe.com)

7 DESARROLLO DE ACTIVIDADES

7.1 Actividades desarrolladas dentro de la clínica.

Al momento de iniciar las prácticas profesionales en la clínica Cehoca como auxiliar del área de biomedicina, se realizó una inducción por los diferentes departamentos de forma presencial, en donde se dieron charlas informativas sobre los diferentes procedimientos y políticas que se deben cumplir dentro de la clínica, incluyendo los derechos y deberes que obtienen como empleados de ella. Las políticas de seguridad y salud laboral, recursos humanos, legales, de éticas en el trabajo, uso de los diferentes recursos tecnológicos que son utilizados dentro de la clínica, sobre el uso de sustancias psicoactivas, siendo estas socializadas por la persona encargada en cada departamento de la clínica.

A continuación, fueron impartidas las funciones que son asignadas y que deben ser desarrolladas en el área donde se realizaran las prácticas profesionales. Al terminar la inducción, fueron entregadas los elementos de protección personal al practicante de parte del jefe inmediato, estos son de uso obligatorio para la seguridad de todos los empleados de la clínica.

Dentro de las funciones que fueron asignadas estuvieron las de realizar cada 2 o 3 días una supervisión por las diferentes áreas de servicios que se encuentran dentro de la clínica en donde se verifica el buen estado y funcionamiento de los diferentes equipos biomédicos.

También fueron asignados los mantenimientos correctivos y preventivos de los equipos biomédicos según su nivel de riesgo, donde se le hace limpieza y desinfección al equipo después de cada mantenimiento realizado.

Otras de las funciones era el manejo de inventarios y cronogramas de todos los equipos médicos que se encuentran en la clínica, esto para comprobar el buen funcionamiento de ellos. Las empresas prestadoras de salud (EPS) y la secretaria de salud realizan

visitas periódicas en donde se verifican cada área y el estado de los equipos que en ellas se encuentren, esto para darle visto bueno a su funcionamiento.

7.2 Desarrollo de actividades del proyecto.

En la realización del proyecto, se obtendrá la ubicación exacta en donde estará el proyecto, este será un prototipo de monitoreo de pH, en el cual, la persona encargada del servicio obtendrá las condiciones en el que se encuentra el pH del agua que es suministrada en la autoclave, verificando su buen funcionamiento.

Actualmente, el equipo no cuenta con este tipo de monitoreo, lo que ocasiona fallas en él, ya que no se pueden verificar los parámetros que este necesita y que son requeridos para su adecuado funcionamiento, en las siguientes imágenes se puede observar el mal estado de la autoclave por falta de etapa de filtros, pH inadecuado y falta de mantenimiento:



Ilustración 3: Corrosión en el interior de la autoclave.



Ilustración 4: Sensores de nivel en mal estado.



Ilustración 5: Estado interno del autoclave.



Ilustración 6: Cara frontal del autoclave



Ilustración 7: Fuga de agua y corrosión en la parte trasera del autoclave

Para el desarrollo del módulo de PH, dispondremos de una lcd 16*2 ubicada en la cara frontal de este; donde se observarán los valores del sensor de PH obtenidos en tiempo real y el rango ideal en que debería encontrarse, a su vez, por medio de una aplicación se podrá visualizar en un teléfono celular en donde se transmitirá cada uno de los datos por vía bluetooth. El módulo contará con un botón de reset.

El paso a seguir, es el inicio y desarrollo del proyecto según su estructura. Se crea una relación con los productos que podemos encontrar en el mercado para verificar los beneficios que se obtendrán en relaciona los costos.

Para la elaboración de este prototipo, es de gran importancia situar las siguientes definiciones que permiten entender su desarrollo:

7.2.1 pH (POTENCIAL DE HIDROGENO)

El pH o como se le conoce potencial de hidrogeno, se utiliza para conocer el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una disolución.

Esta expresado por el logaritmo negativo de base 10 de la concentración de iones hidrógeno. observemos la ecuación que representa esta definición:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] \quad [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pOH} = -\log_{10}[\text{OH}^-] \quad [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Ilustración 8: Ecuación del pH . Fuente:(<https://concepto.de/ph/>)

Por otra parte, el pOH es una medida de la concentración de iones hidroxilo en una disolución y es utilizada para la medición de alcalinidad de una sustancia. Importante

saber que es una disolución acuosa a 25 °C, la suma del pH y el pOH es igual a 14.
¹(Editorial Etecé)



Ilustración 9: Escala de pH. Fuente: (<https://concepto.de/ph/>)

El pH se puede medir normalmente en una escala de 1 a 14, donde 1 es el valor más ácido y 14 el valor más alcalino. El nivel 7 es un valor de pH neutro.

Existen dos tipos de instrumentos que permiten tomar valores medibles de pH, estos son el pH metro y los reactivos pH. El primero es un potenciómetro que mide el pH entre dos electrodos, uno suele ser de plata y el otro es de vidrio que les permite mayor sensibilidad a los hidrogeniones.

Los reactivos pH se pueden encontrar en formas de tiras o gotas, es de fácil uso, con solo arrojar un par de gotas en la muestra y dependiendo del color que vaya tomando el líquido se puede determinar si este es ácido, alcalino o neutro.² (Hanna Instruments S.A.S, s.f.).

7.2.2 SENSOR DE PH PARA ARDUINO

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una sustancia que indica la cantidad de iones de hidronio que se encuentra en ella. Este sensor permite obtener medidas de

¹ <https://concepto.de/ph/>

² <https://www.hannacolombia.com/blog/post/447/que-es-el-ph>

manera sencilla del nivel de pH que se encuentra en un líquido, esto es posible gracias a una tarjeta controladora que nos muestra un valor analógico proporcional a la medición.

La tarjeta o placa tiene un potenciómetro modo multivuelta que sirve para poder calibrar de la sonda con el fin de que se obtengan datos correctamente.

Se recomienda la limpieza de la sonda cada vez que se vaya a realizar una nueva medición, esto no permite que se altere su precisión. Este sensor arroja mediciones puntuales.

La sonda utilizada por el sensor es muy frágil por lo que debe tratarse con cuidado. La salida de la tarjeta nos muestra un valor analógico, es de muy fácil uso con tu microcontrolador favorito con tan solo una entrada ADC.³ (Mercado libre, 1999-2021)

7.2.3 Características del sensor de pH

- Alimentación: 5.00V
- Consumo: 5-10mA
- Rango de medición: 0-14 pH
- Temperatura de medición: 0-80°C
- Precisión: ± 0.1 pH (25°C)
- Tiempo de respuesta: = 5 Segundos
- Sonda de pH con conector BNC
- Controlador pH 2.0 (3 pines)
- Ajuste de ganancia
- Indicador LED (Mercado libre, 1999-2021)

7.2.4 Características sonda pH BNC

El electrodo pH tiene un solamente un cilindro el cual se encuentra conectado directamente a la terminal de entrada de un medidor de pH, controlador o cualquier otro dispositivo pH que tenga un terminal de entrada BNC.

³ https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-487569054-sensor-detector-de-ph-sonda-electrodo-liquido-JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=439f165f-4fe3-4e92-9da1-6c5b1eb8dcc4

El sensor pH es preciso y confiable que puede proporcionar lecturas casi instantáneas.

- Rango de PH: 0-14 pH
- Rango de temperatura: 0-60°C
- Punto cero: 7 ± 0.5 pH
- Error de álcali: 0.2 pH
- Porcentaje de pendiente teórica: 98.5%
- Resistencia interna: 250M
- Tiempo de respuesta: <1min
- Temperatura de funcionamiento: 0-60
- Bloques de terminales: conector BNC
- Conector BNC adecuado para la mayoría de los medidores y controladores de PH.
- Adecuado para una amplia gama de aplicaciones: acuarios, hidroponía, plantas de agua. ⁴ (Mercado libre, 1999-2021)

7.2.5 Microcontrolador: Arduino uno

Se escoge este micro controlador para la realización de este proyecto, ya que a través de su plataforma permite desarrollar prototipos de hardware y software flexibles y que se pueden usar de una manera fácil. Su lenguaje de programación se basa en Wiring y su software (IDE) se basa en Processing, su funcionamiento es muy fácil, solamente se requiere la conexión al pc por medio de una USB donde estará conectado con el software (IDE) y en el cual se escribirá el código que posteriormente, se subirá al microcontrolador y se ejecutará.

Entre sus aplicaciones con mayor frecuencia están los proyectos desarrollados en robótica, IOT, domótica, proyectos que permita la obtención de datos de cualquier variable física como la temperatura, humedad, pH, etc. ⁵ (Aula 21, 2021)

⁴ https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-487569054-sensor-detector-de-ph-sonda-electrodo-liquido-JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=439f165f-4fe3-4e92-9da1-6c5b1eb8dcc4

⁵ <https://www.cursosaula21.com/arduino-todo-lo-que-necesitas-saber/>

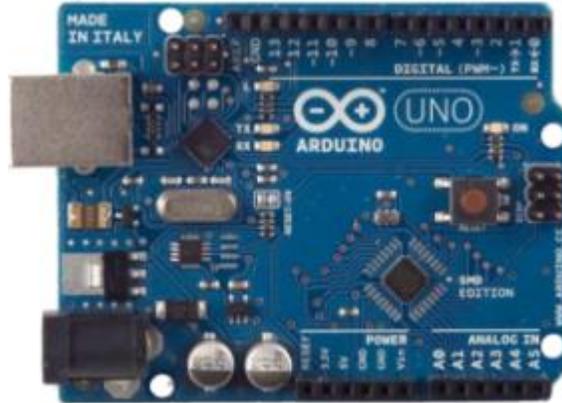


Ilustración 10: Arduino Uno Fuente:
[\(https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuaqued/arduino/\)](https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuaqued/arduino/)

Se pueden observar las siguientes características:

- Microcontrolador: ATmega328P.
- Velocidad de reloj: 16 MHz.
- Voltaje de trabajo: 5V.
- Voltaje de entrada: 7,5 a 12 voltios.
- Pin out: 14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos.
- 1 puerto serie por hardware.
- Memoria: 32 KB Flash (0,5 para bootloader), 2KB RAM y 1KB Eeprom

7.2.6 Bluetooth modem - HC-06

Bluetooth es un protocolo de comunicaciones que es utilizado para la transmisión de manera inalámbrica de datos y voz entre diferentes dispositivos que se encuentra a una corta distancia, los cuales deben estar dentro de un radio de alcance que, generalmente, es de diez metros. Para ello se hace uso de redes WAN y que se encuentran dentro de la banda ISM cuya frecuencia es de 2.4 GHz.⁶(Softwarelab.org)

⁶ <https://softwarelab.org/es/bluetooth/>

Desde hace un tiempo se pueden encontrar módulos de bluetooth para arduino cuyo costo son económicos y permiten trabajar de forma sencilla, uno de los más frecuentes que tenemos en el mercado es el módulo HC-06.



Ilustración 11: Módulo HC 0-6

Fuente: (<https://www.prometec.net/bt-hc06/>)

El módulo HC-06 consta solamente de 4 pines y se puede actuar como Slave (esclavo) ya que dispone de un reducido número de instrucciones, esta configuración viene hecha de fábrica. Trabaja con una línea de comunicación serial (TX/RX) permitiendo que los datos puedan ser enviados desde cualquier pc hasta el dispositivo asignado.

El comando utilizado por este módulo es el AT. En la placa está incluida un regulador de voltaje de 3.3 V, el cual permite que el módulo sea alimentado con un voltaje que este dentro del rango de 3.6V a 6V.

Este módulo permite el desarrollo de distintos proyectos en gran variedad de micro controladores como Arduino, PIC, Raspberry, etc.⁷((Prometec, 2021))

⁷ <https://www.prometec.net/bt-hc06/>

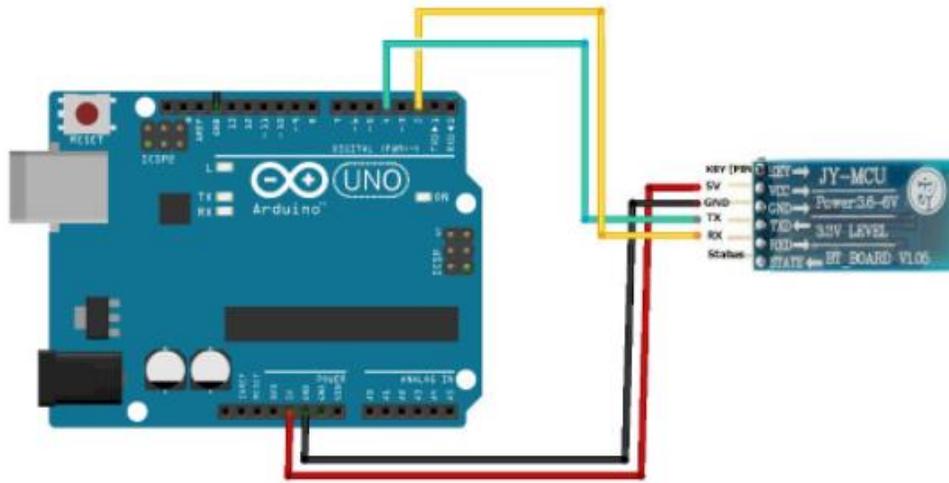


Ilustración 12: Conexión módulo HC-06 con Arduino

Fuente: (<https://www.prometec.net/bt-hc06/>)

- Voltaje de operación: 3.3V - 5VDC
- Corriente de operación: < 40mA
- Corriente modo sleep: < 1mA
- Chip: BC417143
- Bluetooth: V2.0+EDR
- Frecuencia: Banda ISM de 2,4 GHz
- Modulación: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potencia de emisión: 4 dBm, clase 2
- Sensibilidad: -84dBm a 0.1% VER
- Alcance 10 metros
- Interfaz de comunicación: Serial UART TTL
- Velocidad de transmisión: 1200bps hasta 1.3Mbps
- Baudrate por defecto: 9600,8,1, n.
- Velocidad asíncrona: 2.1Mbps (máx.) / 160 kbps.
- Velocidad síncrona: 1Mbps/1Mbps
- Seguridad: Autenticación y encriptación
- Compatible con Android
- Dimensiones: 37*16 mm
- Peso: 3.2 gramos

Lo anterior son las especificaciones técnicas del módulo de bluetooth HC-06.⁸ (naylampmechatronics, 2021)

7.2.7 LCD 16*2

El LCD o pantalla de cristal líquido es un dispositivo que se emplea para visualizar en forma gráfica una información, implementando símbolos o caracteres. Este dispositivo es dirigido por un microcontrolador el cual permite todo su funcionamiento. El LCD 16*2 quiere decir que dispone de 2 filas y cada una tiene 16 caracteres.⁹ (taloselectronics, s.f.)

El dispositivo requiere para su conexión solamente de 6 pines del microcontrolador y su programación es muy sencilla, los caracteres deben estar en código ASCII.

Los LCD 16*2 son compatibles con las distintas plataformas que se encuentran en el mercado actualmente como lo son ARDUINO, PIC, MSP430, etc.¹⁰ (hetpro-store, s.f.)

⁸ <https://naylampmechatronics.com/inalambrico/24-modulo-bluetooth-hc06.html>

⁹ <https://www.taloselectronics.com/blogs/tutoriales/display-lcd-16-2-hd44780>

¹⁰ <https://hetpro-store.com/lcd-16x2-blog/>



Ilustración 13: LCD 16 * 2 Fuente: (<http://panamahitek.com/uso-de-pantalla-lcd-con-arduino/>)

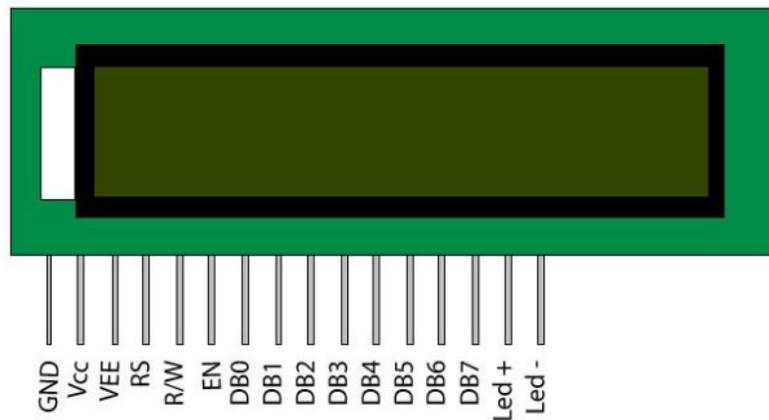


Ilustración 14: Diagramas de pines

Fuente: (<http://panamahitek.com/uso-de-pantalla-lcd-con-arduino/>)

Descripción de una LCD que constan de 16 pines. De izquierda a derecha, sus usos son los siguientes:

- Pin 1 – VSS o GND
- Pin 2 – VDD o alimentación (+5V)
- Pin 3 – Voltaje de contraste. Se conecta a un potenciómetro.
- Pin 4 – Selección de registro. Aquí se selecciona el dispositivo para su uso.
- Pin 5 – Lectura/Escritura. Dependiendo del estado (HIGH o LOW), se podrá escribir o leer datos en el LCD
- Pin 6 – Enable. Es el pin que habilita o deshabilita el LCD.
- Pin 7 hasta Pin 14 – Son los pines de datos por donde se envía o recibe información.
- Pin 15 – El ánodo del LED de iluminación de fondo (+5v).
- Pin 16 – El cátodo del LED de iluminación de fondo (GND).¹¹(panamahitek.com)

7.2.8 MÓDULO ADAPTADOR LCD A I2C

Para el desarrollo de este prototipo fue necesario implementar el módulo adaptador LCD a I2C, esto hizo que fuera más fácil de manejar. Una de las ventajas de implementar este dispositivo es que evita el uso de una gran cantidad de cables lo que facilita a la hora de llevar cualquier tipo de aplicación. Además de que está alimentado por un voltaje de 5V, el módulo permite la distribución óptima de los puertos ya que se puede realizar la presentación de datos con solo dos cables.

Este dispositivo permite convertir valores en serie I2C a valores en paralelo en la pantalla LCD por medio de un chip I2C PCF8574 que se encuentra incorporado en la tarjeta.

Para ajustar el contraste de los datos en el LCD solo se debe girar el potenciómetro que está ubicado en el módulo, hasta que se esté conforme con el contraste.

El módulo I2C es compatible para las versiones 1602 LCD y 2004 LCD. Ambos cuentan con un total de 16 pines en la parte superior, el módulo puede ser utilizado para ambas pantallas, solo se necesita agregar algunos pines tipo hembra.

¹¹ <http://panamahitek.com/uso-de-pantalla-lcd-con-arduino/>

Para el buen funcionamiento de este módulo simplemente se requiere soldar en la parte trasera de la LCD, para esto se necesita los siguientes materiales:

- Módulo de interfaz serial I2C para display LCD
- Arduino (funciona con cualquier tipo de placa)
- Algunos jumper macho-hembra
- Una pantalla LCD 16*2 o 20*4,
- cualquier tipo de estas dos pantallas funciona.

Hecho este paso correctamente, se podrá obtener una LCD que no requiere conectar los 16 cables para su conexión, pasando de 16 cables a solo 4.¹²(eneka.com)

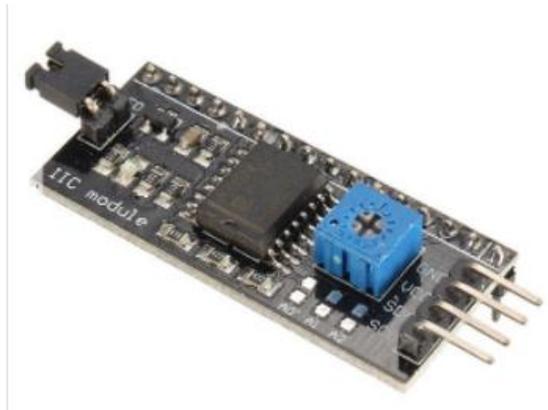
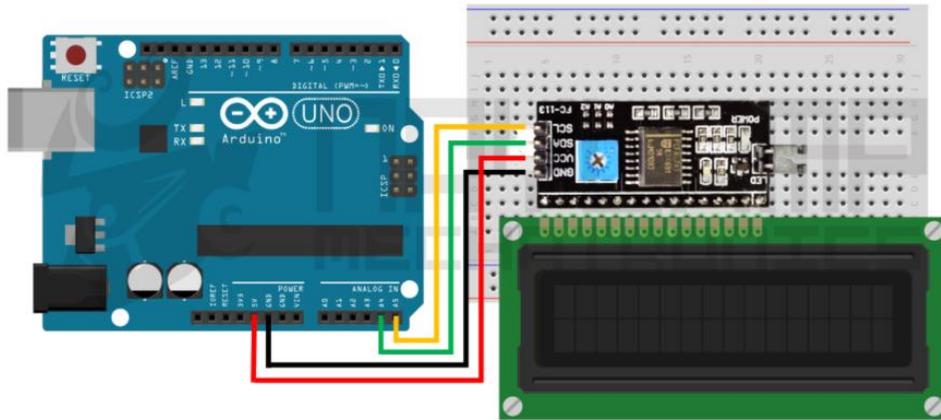


Ilustración 15: Módulo I2C Fuente:(<https://www.eneka.com.uy/robotica/modulos-comunicacion/m%C3%B3dulo-interfaz-serail-i2c-detail.html>)

¹² <https://www.eneka.com.uy/robotica/modulos-comunicacion/m%C3%B3dulo-interfaz-serail-i2c-detail.html>



*Ilustración 16: Conexión de módulo I2C con el LCD 16*2 en el arduino*

Fuente: (https://naylampmechatronics.com/blog/35_tutorial-lcd-con-i2c-control-a-un-lcd-con-solo-dos-pines.html)

7.2.9 APP INVENTOR

La App Inventor es una herramienta creada por google labs., que permite crear aplicaciones móviles para teléfonos con sistemas operativos Android sin necesidad de que el usuario tenga que escribir algún tipo de código, en otras palabras, es un entorno de desarrollo de software que permite que el usuario pueda de forma visual y a partir de herramientas básicas ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación.

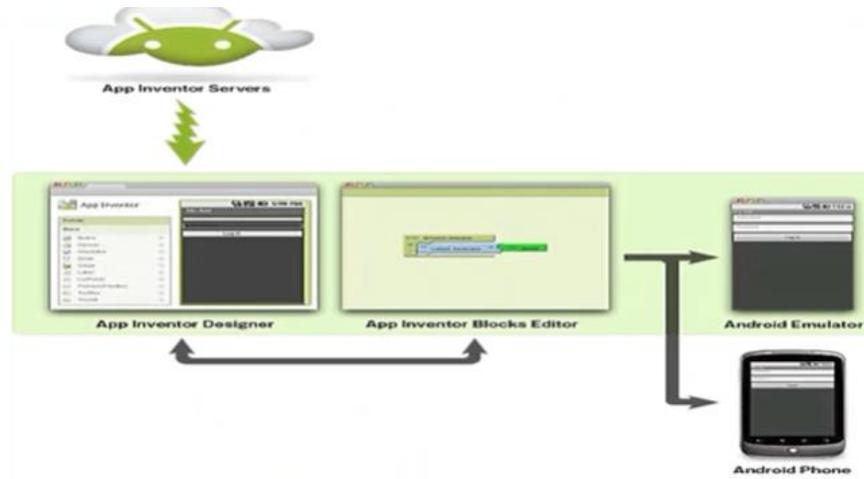


Ilustración 17: Gráfico de App Inventor

En la anterior ilustración se puede observar que la App Inventor posee un servidor donde se almacena los miles de aplicaciones creadas por los usuarios de todo el mundo, además nos muestra dos interfaces para poder desarrollar aplicaciones como los son diseñador de app y el editor de bloques, también se puede tener el emulador en el pc o en el móvil.

7.2.9.1 Características de App Inventor

- Aplicaciones sencillas, aptas para cualquier tipo de Smartphone de sistema operativo Android y con al menos 250 MB de memoria RAM.
- Fácil de utilizar, ideal para principiantes en programación que buscan sacarle mejor provecho a su terminal (teléfono inteligente).¹³(appmoviles.net)

¹³ <https://appmoviles.net/que-es-el-app-inventor-para-que-sirve/>

7.2.9.2 Ventajas y Desventajas

App Inventor ofrece las siguientes ventajas:

- Bloques de manera intuitiva y gráfica.
- Sin necesidad de saber algún tipo de código de programación.
- Acceso en cualquier momento y lugar.
- Varias formas de conectividad.
- Permite descargar la aplicación.

Desventajas:

- No genera código de java para posteriores desarrollos más profundos.
- Solo funciona con conexión a internet.
- Solo permite desarrollar para sistemas Android.
- Permite la descarga de la aplicación hasta 10 Mb.

7.3 DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Como se pudo observar con anterioridad la definición de los diferentes dispositivos que permitieron la realización, implementación y desarrollo de la propuesta, como lo es el módulo de monitoreo de pH, resolviendo con una de las problemáticas que afecta tanto financieramente a la clínica, como al equipo biomédico y al área de coordinación biomédica.

Para la elaboración del proyecto se implementaron 5 etapas que son gran importancia:

- Recolección de datos (pH)
- Procesamiento de lectura de los datos.
- Transmisión (Tx)/ Recepción (Rx) de datos.
- Visualización en lcd
- Visualización en apk.

Estas etapas se desarrollaron de la siguiente forma:

Para la captación de los datos se procede a conectar el sensor de pH a su módulo y este a su vez es conectado al microcontrolador arduino uno con el fin de que se puedan obtener los datos de información de pH, esta conexión se realiza según la configuración que está determinada en su datasheet donde se usaron los siguientes pines:

- V+: es la entrada de los 5V
- G: es el pin a tierra.
- P0: es la salida analógica de pH

A continuación, se puede observar el diagrama de conexión según lo anteriormente dicho:

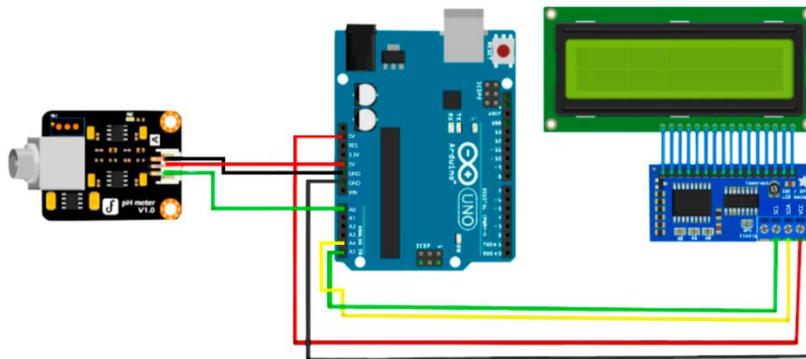


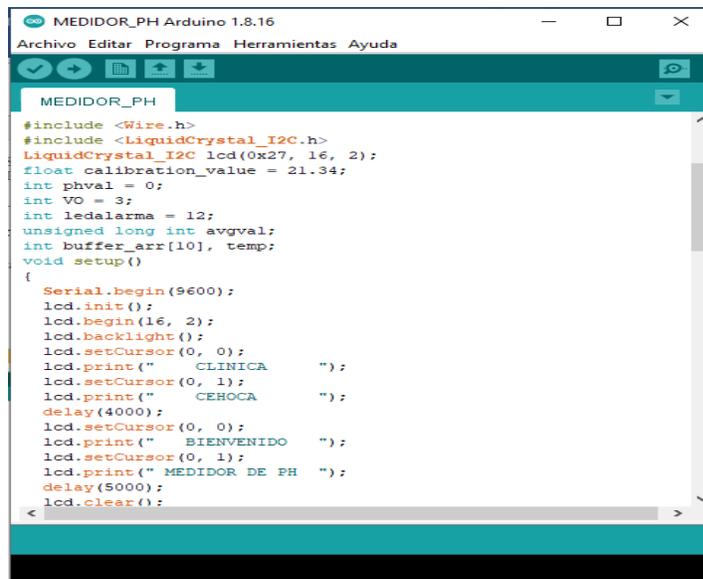
Ilustración 18: Diagrama de Conexiones. Fuente:

http://descargas.todomicromicro.com.ar/scketch/medidor_pH/diagrama%20de%20conexiona%20transparente.jpg

Después de haber elaborado las conexiones y de instalar el software arduino IDE en el pc, se realiza el código que posteriormente se realiza una verificación y después se carga en el microcontrolador para verificar el buen funcionamiento del sensor de pH y este enviando los datos que están

tomando de la muestra de pH en el agua.

Lo anterior se puede observar en la opción de monitor que el software trae y se verifica el buen estado y funcionamiento.



```
MEDIDOR_PH Arduino 1.8.16
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda

MEDIDOR_PH

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
float calibration_value = 21.34;
int phval = 0;
int VO = 3;
int ledalarma = 12;
unsigned long int avgval;
int buffer_arr[10], temp;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("  CLINICA  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  CEHOCA  ");
  delay(4000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" BIENVENIDO ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" MEDIDOR DE PH ");
  delay(5000);
  lcd.clear();
}
```

Ilustración 19: Código de Arduino

Se procede a configurar la pantalla LCD 16*2 y se realiza la conexión con el módulo I2C, después de haber hecho esto se conecta al microcontrolador arduino uno, no sin antes haber configurado la librería y los pines según el código diseñado.

Observaremos la conexión del LCD 16 *2 con el módulo I2C y la visualización del código que se empleó:

```
MEDIDOR_PH Arduino 1.8.16
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

MEDIDOR_PH

con este programa va poder trabajar con el modulo medidor de pH,
recuerde instalar la librerias Wire.h y LiquidCrystal_I2C.h

Todomicro, la tecnologia en tus manos.

*/

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
float calibration_value = 21.34;
int phval = 0;
int VO = 3;
int ledalarma = 12;
unsigned long int avgval;
int buffer_arr[10], temp;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
```

Ilustración 20: Código de Arduino



*Ilustración 21: Conexión de la pantalla LCD 16*2 con el Módulo I2C*

Luego de verificar lo anterior, se realiza la instalación y conexión del módulo bluetooth HC-06 según la configuración predeterminada y como está diseñado en el código. Un error que muchas veces se pasa por alto, es que, al momento de cargar el código en el microcontrolador arduino, y el bluetooth se encuentra conectado, este presentara un error en el compilado o no se suba el código correctamente. Para esto se debe desconectar el módulo bluetooth ya que el microcontrolador utiliza los puertos de transmisión (Tx) y recepción (Rx), con esto al momento de cargar el código no se presentará ningún inconveniente.

Para enviar y recibir los datos de manera correcta, el bluetooth debe tener una conexión invertida con respecto a los puertos del microcontrolador

arduino uno, en otras palabras. el puerto de transmisión (Tx) conectado al microcontrolador se debe conectar en el puerto de recepción (Rx) del bluetooth y el puerto de recepción (Rx) conectado al microcontrolador debe estar conexión con el puerto de transmisión (Tx) del bluetooth.

Después de comprobar y verificar la conexión entre el bluetooth y el microcontrolador arduino, se hace un enlace entre el móvil con sistema operativo Android con el módulo de bluetooth HC-06. Esto se observa por medio de un led ubicado en la cara frontal del módulo de bluetooth HC-06. Si este se encuentra en un estado de intermitencia nos quiere decir que el módulo no se encuentra vinculado con ningún dispositivo, lo contrario ocurre cuando el módulo se encuentra vinculado a un dispositivo móvil, el led se observa en un estado fijo.

En el prototipo también se encuentra una alarma que se activa cuando la medición tomada por el sensor pH se ubica por debajo o por encima del rango de niveles entre (7 – 10), estos valores de rango fueron establecido anteriormente. La alarma estará activada por un tiempo de 10 segundos hasta que se corrija la medición. Es necesario resetear el módulo para verificar corrección de los nuevos valores los cambios que se realizaron.

En la última etapa, se diseñó una aplicación móvil (apk), por medio de la plataforma App Inventor; esto se realizó mediante el lenguaje de programación de bloques.

Lo que se hizo inicialmente fue acoger los datos suministrados por el sensor pH a través de su módulo por medio del puerto analógico, se ejecutó por medio buffer, función que permite almacenar los datos y concadenar distintas variables en una sola cadena, por ejemplo, las variables int, char. Se lleva a cabo un diagrama de bloque que permite vincular y recibir los datos que son enviados desde el prototipo hacia la apk.

La aplicación arrojará la opción que permite la conexión del módulo bluetooth HC-06 lo indica el funcionamiento de ella, visualizando los datos de pH en el agua obtenidos por el sensor y los niveles ideales en que se deben encontrar. Todo esto se puede observar en tiempo real tanto en el móvil como en el módulo de monitoreo de pH.

En el buen funcionamiento de la autoclave todas las cualidades las posee el agua. No obstante, debemos tener en cuenta ciertas características que son de gran importancia, para entregar un óptimo proceso.

- La turbiedad debe ser inferior a 10 partes por millón (ppm)

- La dureza total debe ser inferior a 35 ppm
- El pH no debe ser inferior a 7, lo óptimo es entre 9 y 10
- No debe contener aceites ni sustancias corrosivas
- No debe ser agua potable
- Bajo contenido de Cloro
- Ausencia de gases, principalmente O₂.

Estos son algunos problemas que actualmente derivaran en el incremento de costo y mantenimientos al equipo por parte del personal del área de la coordinación biomédica, aumentar el tiempo necesario para realizar los procesos de esterilización o descontaminación de un material en particular, etc.¹⁴(Manual Básico del uso de autoclaves)

A continuación, observamos la aplicación móvil viste desde un celular Android:



Ilustración 22: Aplicación móvil

¹⁴ <http://sb.uta.cl/libros/Apuntes%20ba%CC%81sico%20de%20uso%20de%20autoclave.pdf>



Ilustración 23: Vista frontal del módulo de monitoreo de sensor pH

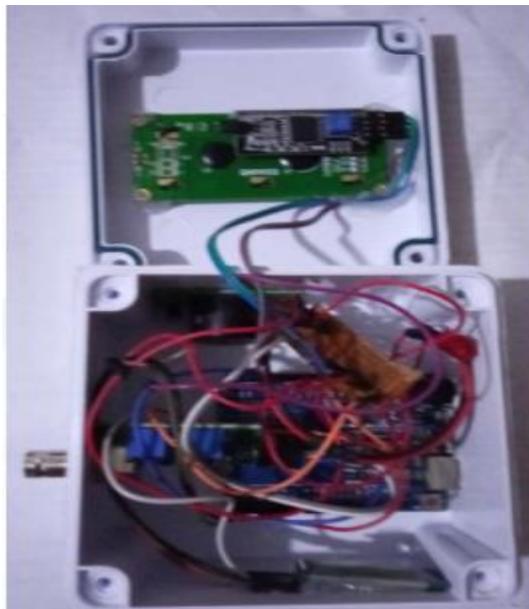


Ilustración 24: Vista de los componentes del módulo de monitoreo de sensor pH



Ilustración 25: Vista lateral izquierda del módulo de monitoreo de sensor pH



Ilustración 26: Vista lateral derecha del módulo de monitoreo de sensor pH

8 CRONOGRAMA

En la tabla 1 se describen cada una de las actividades y tareas desarrolladas durante el tiempo en que se realizó las prácticas.

Tabla 1 Cronogramas de actividades desarrolladas durante las prácticas profesionales

FASES	ACTIVIDAD	SEMANA															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FASE I	Acompañamiento dentro de las instalaciones de la compañía	■															
	Asignación de tareas a desarrollar dentro de la clínica		■	■	■												
	Atención de servicios y funciones durante el desarrollo de la practica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FASE II	Documentacion y legalización de las practicas profesionales				■	■	■	■									
	Formulacion de idea de proyecto de practicas dentro de la clinica				■	■	■	■									
	Inicio del informe de las practicas profesionales							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Definir el punto adecuado donde estaría ubicado el proyecto dentro de la clinica							■	■								
FASE III	Diseño del prototipo del proyecto								■	■	■	■					
	Primera entrega de informe de prácticas profesionales.											■					
	Implimentacion del prototipo con los parametros deseados											■	■	■			
	Segunda entrega de informe de practicas profesionales													■			
FASE IV	Estudio de efectividad del prototipo														■	■	
	Calibración y entrega del prototipo															■	
	Entrega Final de informe de prácticas profesionales.															■	■
	Presentación de informe de prácticas profesionales.																■

9 PRESUPUESTO

Tabla 2: Presupuesto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	ARDUINO UNO	1	\$40.000	\$40.000
2	SENSOR PH	1	\$90.000	\$90.000
3	BLUETOOTH HC-06	1	\$20.000	\$20.000
4	PLACA	1	\$2.000	\$2.000
5	JUMPER	25	\$300	\$7.500
6	BOTÓN	1	\$1.000	\$1.000
7	CAJA ACME LEON 10X10X5	1	\$4.000	\$4.000
8	PANTALLA LCD 16*2	1	\$8.000	\$8.000
9	MODULO I2C	1	\$6.000	\$6.000
10	ESTAMPADO	1	\$10.000	\$10.000
11	BOCINA	1	\$3.000	\$3.000
12	TORNILLERIA	10	\$50	\$500
	TOTAL			\$192.000

10 CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS

Observando distintos equipos que permiten la toma de datos de pH, se pudo conocer que son dispositivos cuyos valores varían dependiendo de la precisión que tenga el equipo. Teniendo en cuenta que el interfaz de comunicación no es muy bueno.

Se pudo lograr el objetivo planteado en la que el sistema donde se pudo obtener y visualizar los diferentes valores de pH en el agua.

Se comprueba que el módulo tiene gran versatilidad, ya que, se desarrolló con un bajo costo y que cumple con una importante función que posibilita la prevención de fallas futuras en el equipo biomédico, además de que permite la visualización tanto en la pantalla LCD como en el dispositivo móvil por medio de la aplicación de los datos adquiridos del pH en tiempo real.

En la puesta en funcionamiento del prototipo se pudo observar varios factores relacionados con las principales fallas que tiene el equipo biomédico, este no cuenta con una etapa de filtros ni con un suavizador de agua, causando que el pH del agua suministrada no sea el adecuado, por ende, esta propuesta queda a disposición de mejoras que son requeridos para el buen funcionamiento del equipo.

11 BIBLIOGRAFIA

- Aula 21. (2021). *Aula 21*. Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/arduino-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- editorial etecé. (2013-2021). *Concepto*. Obtenido de <https://concepto.de/ph/>
- Hanna Instruments S.A.S. (s.f.). *Hanna colombia*. Obtenido de <https://www.hannacolombia.com/blog/post/447/que-es-el-ph>
- hetpro-store. (s.f.). Obtenido de <https://hetpro-store.com/lcd-16x2-blog/>
- Mercado libre. (1999-2021). *Mercado libre Colombia*. Obtenido de <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-487569054-sensor-detector-de-ph-sonda-electrodo-liquido->
- naylampmechatronics. (2021). Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/inalambrico/24-modulo-bluetooth-hc06.html>
- Prometec. (16 de 10 de 2021). Obtenido de <https://www.prometec.net/bt-hc06/>
- Softcorp. (s.f.). *Softcorp*. Obtenido de <https://servisoftcorp.com/definicion-y-como-funcionan-las-aplicaciones-moviles/>
- taloselectronics. (s.f.). Obtenido de <https://www.taloselectronics.com/blogs/tutoriales/display-lcd-16-2-hd44780>

12 ANEXO

Código del módulo de monitoreo pH desarrollado en arduino.

```
MEDIDOR_PH Arduino 1.8.16
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
float calibration_value = 21.34;
int phval = 0;
int WD = 3;
int ledalarma = 12;
unsigned long int avgval;
int buffer_arr[10], temp;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" CLINICA ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" CEHOCA ");
  delay(4000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" BIENVENIDO ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" MEDIDOR DE PH ");
  delay(5000);
  lcd.clear();
  pinMode(ledalarma, OUTPUT);
}

void loop() {
  for (int i = 0; i < 10; i++)
  {
    buffer_arr[i] = analogRead(A0);
    delay(30);
  }
  for (int i = 0; i < 9; i++)
  {
    for (int j = i + 1; j < 10; j++)
    {
      if (buffer_arr[i] > buffer_arr[j])
      {
        temp = buffer_arr[i];
        buffer_arr[i] = buffer_arr[j];
        buffer_arr[j] = temp;
      }
    }
  }
  avgval = 0;
  for (int i = 2; i < 8; i++)
  avgval += buffer_arr[i];
  float volt = (float)avgval * 5.0 / 1024 / 6;
  float ph_act = -5.70 * volt + calibration_value;
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("PH ACTUAL:");
  lcd.setCursor(10, 0);
  lcd.print(ph_act);
  lcd.setCursor(0, 1);
}

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

Arduino Uno en COM4
```

```
MEDIDOR_PH Arduino 1.8.16
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

MEDIDOR_PH
lcd.print(ph_act);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" PH IDEAL 7-10 ");

if (ph_act<3 ){
  lcd.clear();
  digitalWrite(ledalarma, HIGH);
  analogWrite(V0, 50);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" ALARMA ACTIVADA");
  delay(4000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("PHFUERA DE RANGO");
  lcd.setCursor(5, 1);
  lcd.print(ph_act);
  delay(5000);
}

if (ph_act>10 ){
  lcd.clear();
  digitalWrite(ledalarma, HIGH);
  analogWrite(V0, 50);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" ALARMA ACTIVADA");
}

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

1 Arduino Uno en COM4
```

```
MEDIDOR_PH Arduino 1.8.16
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

MEDIDOR_PH
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" ALARMA ACTIVADA");
  delay(4000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("PHFUERA DE RANGO");
  lcd.setCursor(5, 1);
  lcd.print(ph_act);
  delay(5000);
}

if (ph_act>10 ){
  lcd.clear();
  digitalWrite(ledalarma, HIGH);
  analogWrite(V0, 50);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" ALARMA ACTIVADA");
  delay(4000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("PHFUERA DE RANGO");
  lcd.setCursor(5, 1);
  lcd.print(ph_act);
  delay(5000);
}

  Serial.print(ph_act);
  delay(400);
}

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

1 Arduino Uno en COM4
```

Desarrollo de la aplicación en App Inventor.

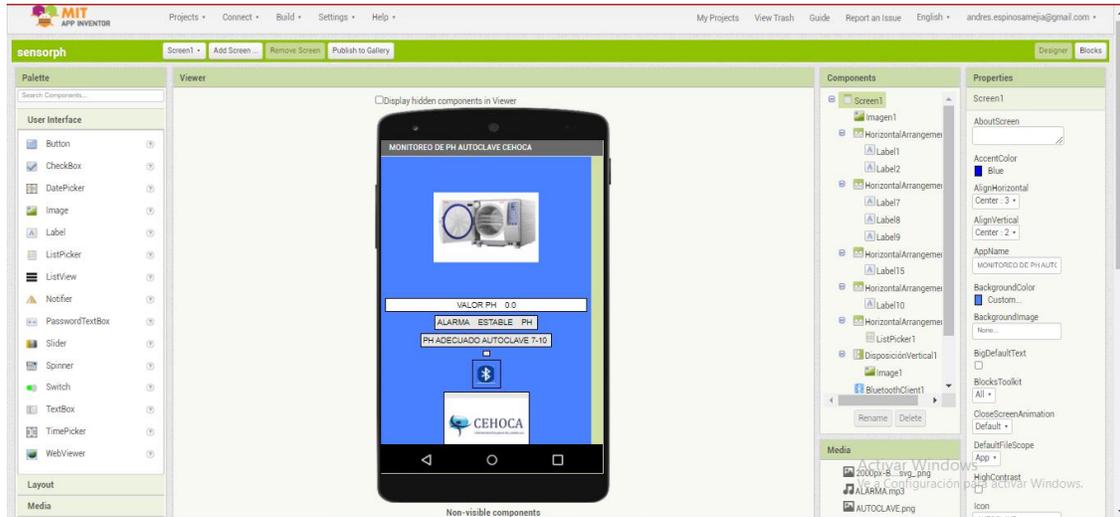
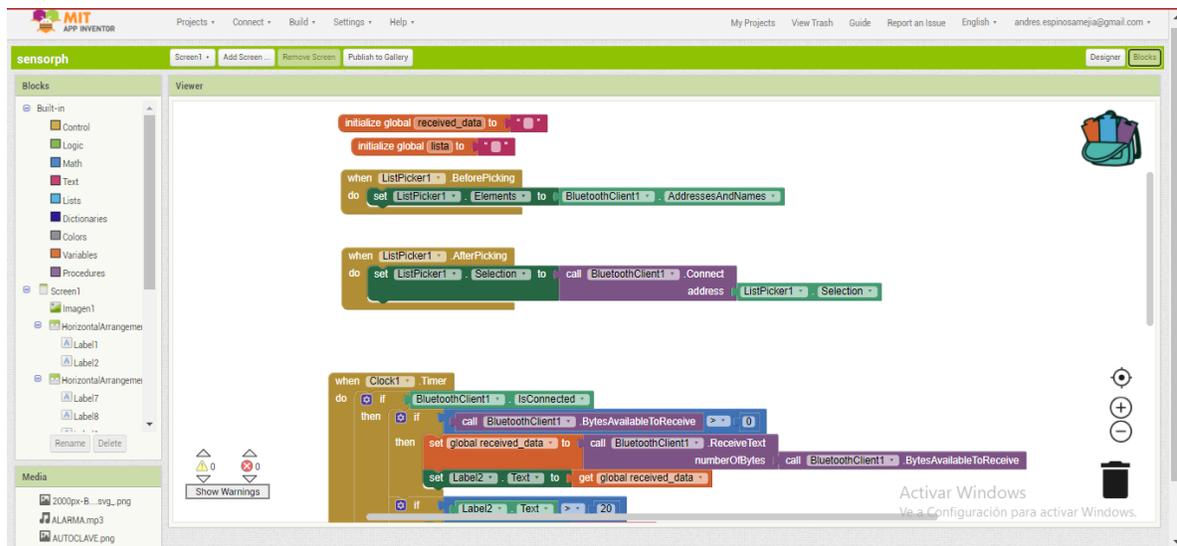
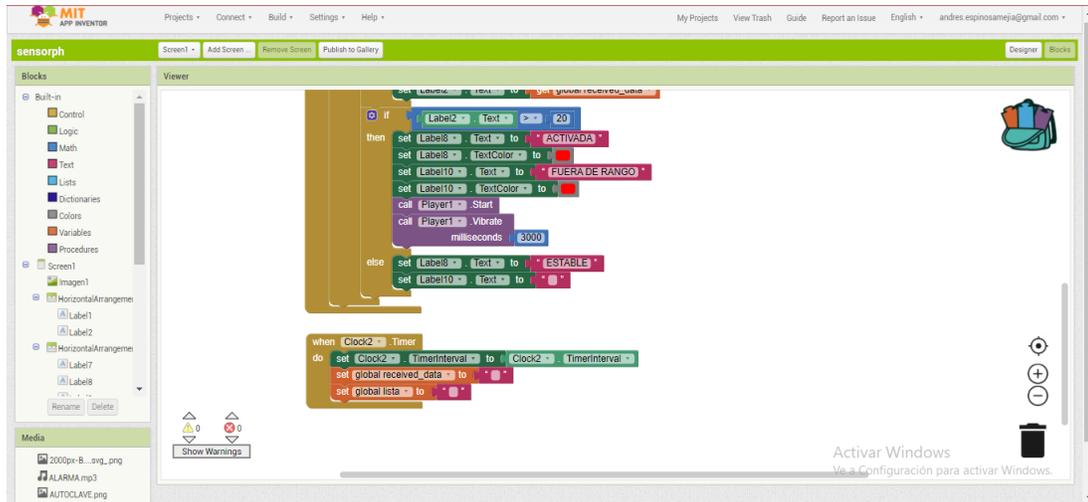


Diagrama de bloques del módulo de monitoreo de sensor pH en App Inventor.



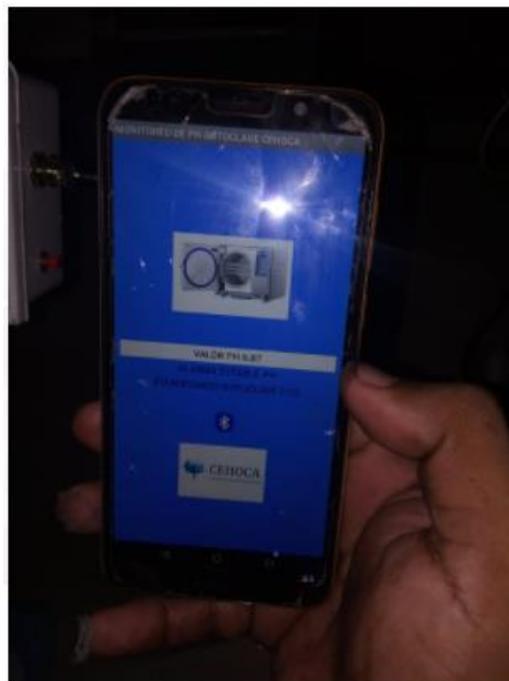


La aplicación desarrollada en App Inventor desde un celular.

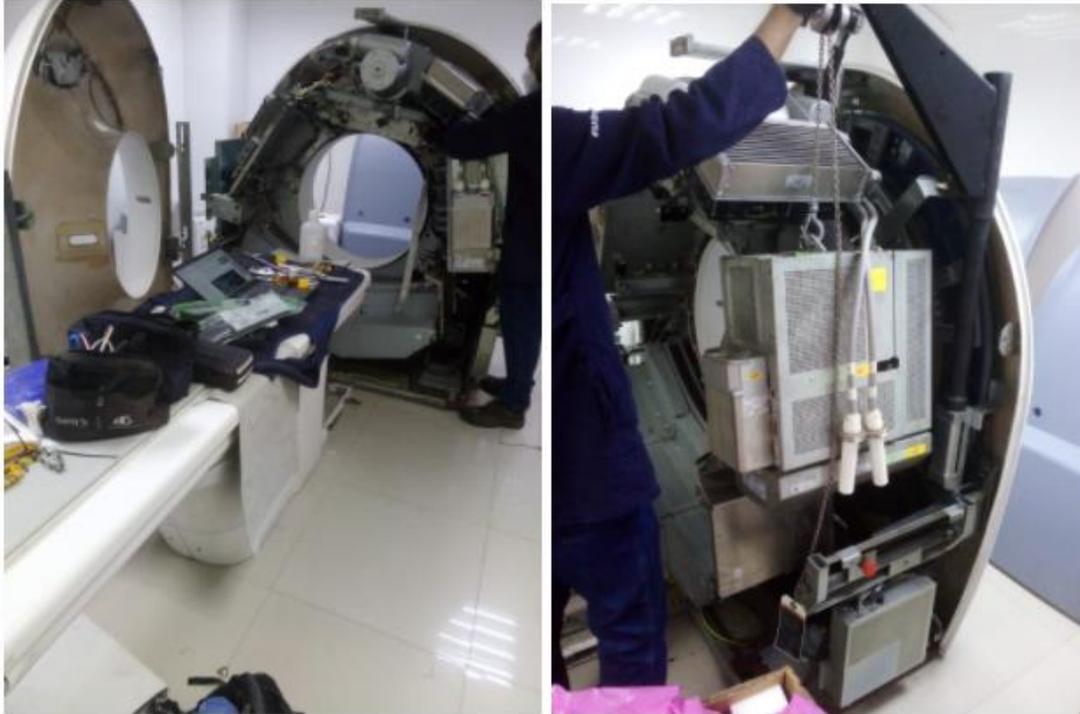


Prueba de funcionamiento del módulo de monitoreo de pH

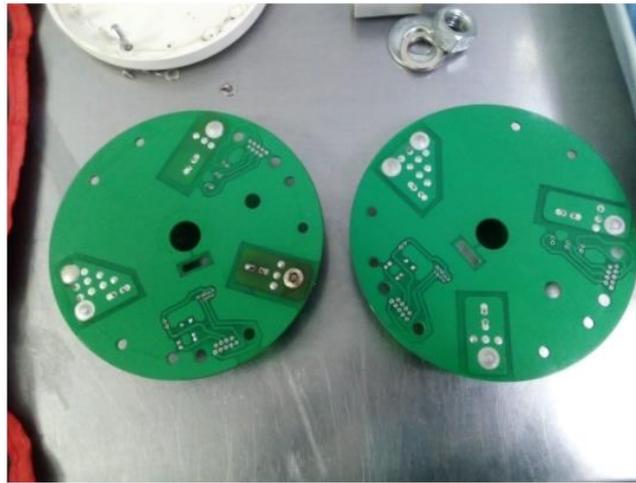




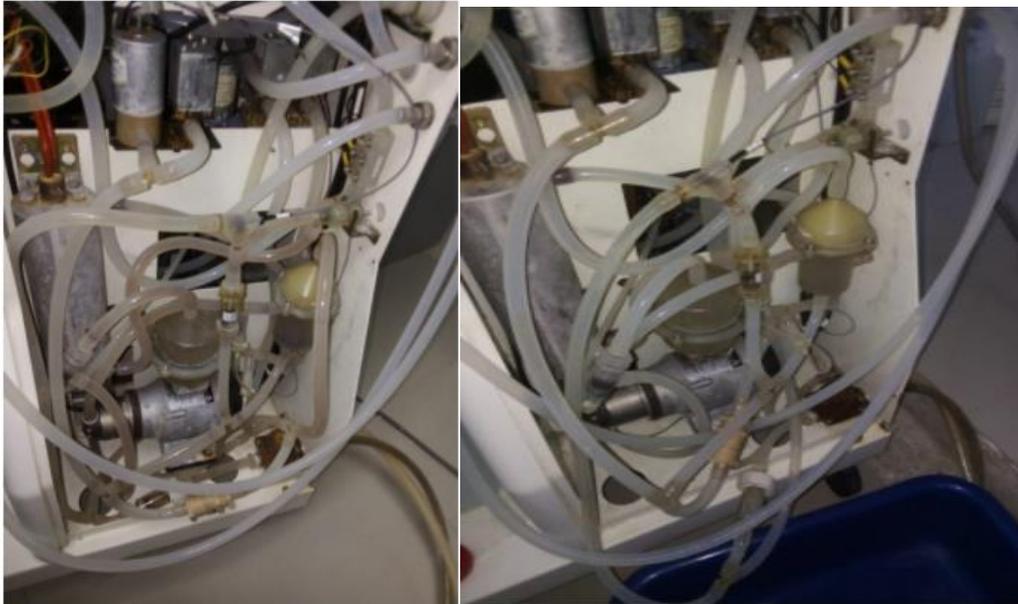
12.1 Anexos practicas



Mantenimiento preventivo del Tomógrafo Brivo CT325.



Mantenimiento correctivo, cambio de tarjeta y bombillo para una lámpara cielítica Domelux en el área de cirugía.



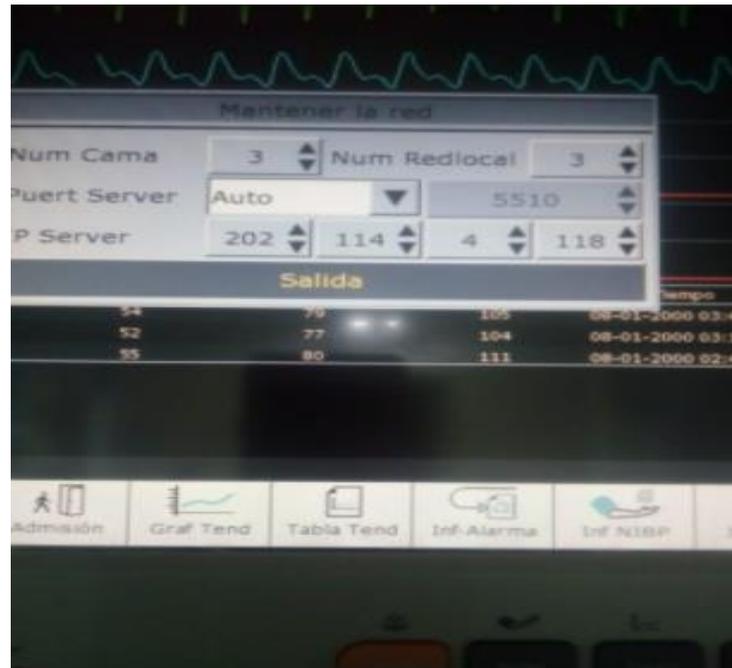
Limpeza de mangueras y tanques del equipo de hemodiálisis.



Mantenimiento Preventivo de Maquina de anestesia.



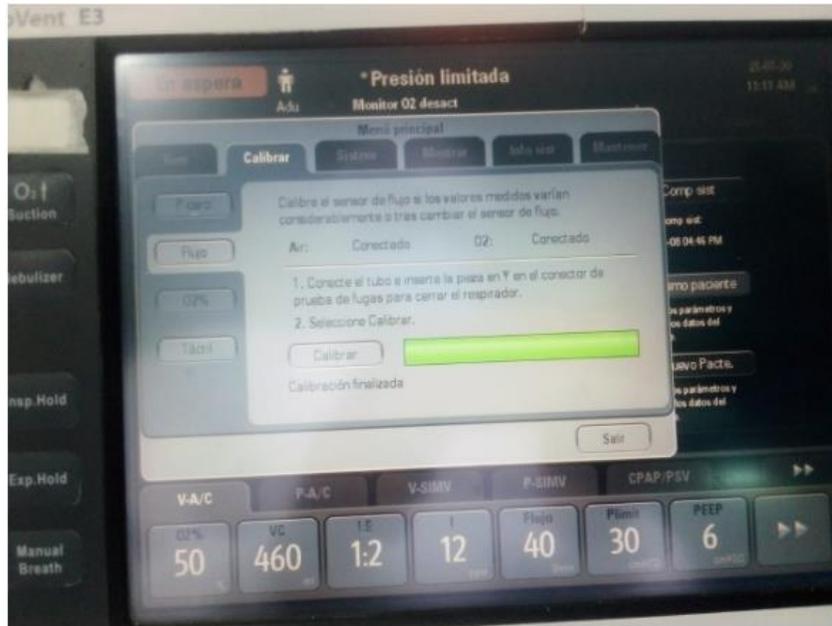
Cambio de motor de cama hospitalaria.



Mantenimiento sistematizado de monitor de signos vitales.



Mantenimiento Preventivo de la autoclave, cambio de sensores de nivel.



Prueba de calibración en un ventilador mecánico Synovent E3.



Cambio de correa para el módulo optocoplador del tomógrafo Brivo CT325.