



## **Diseño de un Fonendoscopio digital con conectividad inalámbrica**

Autores:

Duan Daniel Deavila Marioti

Nello Isaac Henríquez Bravo

Trabajo de grado como requisito como obtención del título de tecnólogo

Director:

Claudia basto

Jorge Calderón

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Biomédica

Barranquilla

2023



## **Diseño de un Estetoscopio digital con conectividad inalámbrica**

Duan Daniel Deavila Marioti

Nello Isaac Henríquez Bravo

Director:

Claudia bastos

Jorge Calderón

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Biomédica

Barranquilla

2023

## INDICE

Resumen .....	7
Abstract .....	8
Introducción.....	1
Planteamiento del problema .....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
Justificación .....	3
Justificación social .....	4
Marco teórico.....	5
Sonidos del corazón.....	5
Sonidos del pulmón .....	7
Sonidos abdominales.....	7
Sonidos del estómago.....	7
Sonidos arteriales .....	8
Auscultación.....	8
Auscultación pulmonar .....	9
Auscultación cardíaca .....	9
Focos de auscultación.....	10
Estetoscopio.....	11
SEÑALES .....	12
Señal Digital -Análoga.....	13
Convertor digital-analógico (DAC).....	14
Convertidor analógico a digital (ADC).....	15
¿Qué es una red?.....	16
Redes inalámbricas .....	16
Algunos Tipos de redes inalámbricas.....	17
¿Qué es wifi?.....	18
Comunicación vía WIFI.....	19

Estándares de red WIFI .....	20
Filtros .....	20
Filtros fir .....	21
Filtro adaptivo .....	22
Tecnología arduino. ....	23
Almacenamiento y envío de datos a la nube utilizando la tecnología arduino icloud .....	24
Estado del arte o antecedentes .....	25
Metodología de la investigación .....	29
Materiales. ....	31
Arduino uno wifi rev2 .....	31
Micrófono Amplificador MAX9812L .....	33
Potenciómetro De Carbón U250 .....	34
Protoboard .....	35
Batería de 9 V .....	35
Filtros .....	36
Resistencias .....	36
Integrados .....	37
Diseño.....	37
Diseño de software y hardware .....	37
Descripción de software .....	38
Programación en arduino. ....	39
Captura del audio. ....	39
Filtración de señales de audio.....	40
Diseño de hardware del dispositivo .....	42
Funcionamiento .....	46
Resultados.....	47
Alcances y limitaciones de la solución propuesta .....	47
Alcance .....	47
Limitaciones .....	48
Diagrama de bloques.....	49
Fonendoscopio .....	49
Micrófono.....	49
Filtración de Sonido .....	50

Arduino .....	50
Nube de IOT CLOUD.....	50
Dispositivo con tecnología Android .....	50
Diseño del Chasis del Dispositivo .....	51
Especificación Técnicas del Chasis.....	52
Cronograma de Actividades .....	54
Conclusión .....	56
Referencias bibliográficas .....	57

## Listado de figuras

Figura 1. Focos de Auscultación(fuente:empendium.com).....	10
Figurar 2. Estetoscopio y sus Partes (fonendoscopio.org) .....	12
Figura 4. Onda digital (fuente: Amplitud en la señal de audio digital.....	13
Figura 3. Onda Señal Analógica (fuente: Amplitud en la señal de audio digital).....	13
Figura 5. Circuito conversor DAC. (fuente: Conversión: Analógica a Digital & Digital a Analógica) .....	14
Figura 6. Diagrama de un ADC (fuente: convertidor ADC) .....	15
Figura 7. Tipos de redes inalámbricas (fuente: redesinalambricas.es) .....	17
Figura 8. Redes Wifi (fuente:culturacion.com) .....	19
Figura 9. Gráficos de Filtros Adaptivos (fuente: Filtros Activos).....	22
Figura 10. Arduino UNO(fuente:Arduino.cc) .....	23
Figura 11. Arduino uno Wifi REV2(fuente: Arduino.cc) .....	31
Figura12. micrófono amplificador MAX9812 (Fuente: Solectroshop) .....	33
Figura13.diagrama de micrófono MAX9812(Fuente: Solectroshop).....	34
Figura 14. Potenciómetro U250(fuente: Solectroshop) .....	34
Figura15. Protoboard(fuente:mercadolibre.com) .....	35
Figura 16. Batería 9v (fuente: electrotec).....	35
Figura 15. Capacitor 0.047uF (fuente: Amazon) .....	36
Figura 16. Resistencia 100k(fuente:Amazon.com).....	36
Figura 17. ImtegradoLM386(fuente: electrotec) .....	37
figura 18. Programación ArduinoIDE.2.2.1 filtro pasa baja (fuente: Elaboración Propia).....	41
figura 19. Programación ArduinoIDE.2.2.1 filtro pasa Altos (fuente: Elaboración Propia).....	42
Figura20.Circuito integrado Estetoscopio Digital (fuente:diarioelectronicohoy.com).....	43
Figura21.Hardware del dispositivo diseñado (fuente: Fritzing: Elaboración propia).....	44
Figura 22. Programación del Hardware del Dispositivo (fuente: elaboración Propia).....	45
Figura 23. Guía de funcionamiento del Dispositivo (fuente: Elaboración Propia) .....	46
Figura24. Diseño del Chasis parte Frontal (Fuente: Timccard) .....	51
Figura 25. Diseño del Chasis parte Lateral (Fuente: Timccard).....	52

## **Listado de tablas**

Tabla 1. Especificación Técnicas del Arduino uno Wifi REV2. ....	32
Tabla 2. Especificaciones Técnicas del Diseño del Chasis del Dispositivo. ....	53
Tabla 3. Cronograma de Actividades. ....	55

## Resumen

El presente proyecto tecnológica un desarrollo propone de un prototipo digital inalámbrico objetivo de lograr una nueva tecnología de auscultación. Este trabajo toma su base principal en adquirir la señal analógica convertir la señal digital luego de esto pasará una serie de filtros en las que se eliminarán los sonidos de alta frecuencias permitiendo así escuchar el sonido deseado se realiza la ocultación , Luego que el sonido haya pasado por los filtros llegará a la parte lógica que es el Arduino está su vez se encargará por medio de El wi-fi, una red inalámbrica a nivel mundial, de enviarlo a la nube digital de esta plataforma llamada IOT Cloud. Esta es una tecnología que está permitiendo grandes desarrollos proyectos tecnológicos. Por último luego de obtener el sonido de la auscultación convertido en una señal digital en una nube ; el médico o la persona que desee escuchar la auscultación solo tendrá que darle clic en descargar para la información del paciente sonido de la auscultación realizada.

Palabras Claves: Auscultación, Señal , digital ,Desarrollo

## **Abstract**

This technological project proposes a development of a wireless digital prototype with the objective of achieving a new auscultation technology. This work takes its main basis in acquiring the analog signal, converting the digital signal, after which it will pass a series of filters in which the high-frequency sounds, thus allowing you to hear the desired sound, the concealment is carried out. After the sound has passed through the filters, it will reach the logical part, which is the Arduino, this in turn will be in charge through Wi-Fi, a wireless network at the level worldwide, to send it to the digital cloud of this platform called IOT Cloud. This is a technology that is allowing great developments of technological projects. Finally, after obtaining the sound of the auscultation converted into a digital signal in a cloud, the doctor or the person who wants to listen to the auscultation will only have to click on download for the patient information and sound of the auscultation performed.

**Keywords:** Auscultation, Signal, digital, Development

## Introducción

Para nuevos proyectos de investigación la parte biomédica es necesario estudiar investigación en las que podemos nuestro proyecto en nuestro caso decidimos optar por la línea de tecnología y salud y siendo un poco más específico nuestro proyecto se trata de un fonendoscopio digital inalámbrico digital una idea que ha nacido después de entender que las tecnologías biomédicas a distancia son necesarias y la telemedicina complementan a estas día tras día salen al mercado nuevas tecnologías; Por lo cual se entiende que el mundo alrededor de hacer las cosas más Exprés reducir los tiempos para obtener mayores mejores resultados cuanto a la salud humana.

A continuación encontrarás en el presente documento una forma de poder llevar la auscultación a lugares un poco más alejado de la ciudad para esto hemos decidido optar por la red llamada wi-fi acompañada por un inteligente microcontrolador llamado **Arduino** sistema que es muy eficiente en la actualidad controlar nuevas tecnologías y para desarrollar nuevos proyectos en este documento también acerca de estación los tipos de auscultación luego también se explicará la técnica de la que los médicos utilizan para escuchar y con ello culminar la teoría sobre la parte médica posteriormente esto que es la parte diseño del software Y por último los componentes a utilizar unos alcances y alimentaciones que tiene nuestro proyecto también en nuestro documento y finalmente se detallará brevemente lo que es la parte final del proyecto que será recibida en los dispositivos con tecnología Android para los médicos o las personas encargadas los sonidos del corazón.

## Planteamiento del problema

En Colombia se registró un aumento del 35% en las muertes por enfermedades cardiovasculares en 2022 en comparación con 2021. El número de muertes en el país aumentó de 51.988 a más de 70.000 en 2022, según datos dane. Además de la hipertensión arterial, la principal enfermedad cardiovascular que afectó a los colombianos durante este período fue el accidente cerebrovascular, que provocó 70.324 muertes en 2022(Daniela Ortiz,2023)

Si queremos disminuir estas preocupantes cifras de muertes generadas por enfermedades cardiovasculares, es fundamental diseñar un dispositivo que permita detectar enfermedades cardiovasculares en el menor tiempo posible para esto se debe implementar un dispositivo que permita la transmisión y almacenamiento de una señal de audio que se obtiene por medio de un fonendoscopio digital, este dispositivo debe ser práctico y de un sistema fácil de manejar para cumplir con el objetivo del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior surge la pregunta

1¿Cómo Podemos Innovar un dispositivos médico Fonendoscopio que permita la auscultación de forma remota, para que las personas no tengan que desplazarse hasta el centro médico?

## **Objetivo general**

Diseñar un dispositivo medico fonendoscopio digital con conectividad inalámbrica.

## **Objetivos específicos**

- 1) Establecer la adquisición de la señal sonora de forma digital.
- 2) Determinar la transmisión del sonido a largas distancias para la auscultación de pacientes.
- 3) Permitir una mejor auscultación mejorando la calidad del sonido, mediante la eliminación de sonidos naturales.

## **Justificación**

Es necesario para la comunidad clínica y hospitalaria tener un fonendoscopio el cual posea entre sus características Funciones un poco más inteligentes y cómodas Tanto para el medico como para el paciente; dentro de estas características se pretende ampliar la distancia de auscultación entre Médico y paciente. Lo cual se considera en estos tiempos como algo necesario y oportuno debido a que mediante esta innovación tecnológica aportaremos al descongestionar algunos sectores clínicos que en ciertas temporadas del año se encuentran demasiado colmado.

El grupo de investigación considera que con este avance se lograra que el proceso auscultación tenga una mayor eficiencia y este dispositivo tenga un avance tecnológico que vaya acorde con las ultimas tecnología sanitarias las cuales recomiendan cierto distanciamiento entre sus usuarios y agentes Hospitalarios; Otro aspecto importante en el cual se pretende avanzar es que los médicos puedan detectar a sus pacientes enfermedades cardiacas con mayor tiempo de anticipación para prevenir enfermedades cardiacas y pulmonares.

### **Justificación social**

Como parte del desarrollo de nuestra investigación observar y la población de escasos recursos médica que se encuentra alejada de la zona urbana, es decir en las zonas rurales se logró evidenciar que cuentan que cuentan con un menor número fonendoscopio de buena calidad para los procesos de auscultación y que esto a su vez son menos frecuente en esta zona del País. también un estudio demuestra que las personas en estas zonas tienden a sufrir enfermedades cardiovasculares a más temprana edad, que en la zona urbana del país; esta es una razón por la cual nos motiva a desarrollar un fonendoscopio a bajo costo y que permita transmitir sonidos a largas distancias.

Las enfermedades producidas por Arritmias Cardiacas y Las enfermedades cardiovasculares (ECV), enumeradas como la causa subyacente de muerte, representaron 874,613 muertes en los Estados Unidos en 2022, otro estudio demuestra realizado por la revista panamericana de salud revela que un 80 % de estas muertes se produjeron por no detectar a tiempo estas arritmias, el

diseño de este fonendoscopio para arritmias cardíaca ayudara a las personas de escasos recursos que no tienen acceso al sistema de salud y que no cuentan con la capacidad de realizarse un electrocardiograma y que por consiguiente el desconocer de alguna patología cardiovascular que puedan tener en su sistema y causarles la muerte.

Para nuestro grupo investigativo es muy importante llevar a cabo la realización de nuestro fonendoscopio digital , pues estamos seguros que este dispositivo generara en el sector clínico y hospitalario un gran despeje tecnológico para algunos dispositivos que se están quedando atrás en su desarrollo , también nos apasiona mucho saber que con nuestro proyecto lograremos que muchas personas que tienen problemas de movilidad puedan tener mejor acceso a sus exámenes médicos por medio del fonendoscopio.

## **Marco teórico**

### **Sonidos del corazón**

: Los ruidos cardíacos son los sonidos que se producen cuando las válvulas cardíacas se cierran y la acción fisiológica es siempre unidireccional, permitiendo que la sangre circule correctamente.

Sangre a través del sistema cardiovascular. Hay 4 tipos en total.

El primer ruido cardíaco (S1) es causado por el cierre de la válvula mitral.

Válvulas tricúspides. Esto corresponde al final de la diástole y al comienzo de la sístole ventricular.

- El segundo ruido cardíaco (S2) ocurre cuando las válvulas se cierran.

Pulmones y aorta al final de la sístole.

- El tercer ruido cardíaco (S3) es un sonido grave que se escucha durante la fase cardíaca.

Diástole primaria. Esto sucede debido a la relajación pasiva del ventrículo afectado.

Llenado diastólico temprano rápido. Las paredes ventriculares son de ellos.

En el punto de máxima expansión, el flujo sanguíneo se ralentiza y

S3 Vibración de baja intensidad del ventrículo que produce el sonido

- . • El cuarto ruido cardíaco (S4) ocurre al final de la diástole.

Causado por la repentina expansión y vibración del ventrículo.

Contracción auricular. Los ruidos cardíacos suelen producirse en el rango de 25 latidos.

y 90 Hz, y todas las patologías se pueden encontrar en el rango de 15 a 650 Hz.

Hercios. (Del águila et al., 2021)

## **Sonidos del pulmón**

Los ruidos respiratorios son producidos por el flujo de aire en las vías respiratorias.

Turbulencias que provocan vibraciones y ruidos en las paredes. esta es la vibración

Por tanto, viaja a través del tejido pulmonar y la pared torácica hasta la superficie.

Puedes oírlo con un estetoscopio. Los ruidos respiratorios se pueden clasificar en normales y anormales. Sonido el movimiento normal de la respiración se produce cuando el aire fluye hacia las vías respiratorias las patologías del sistema respiratorio provocan ruidos respiratorios anormales.

## **Sonidos abdominales**

### **Sonidos del estómago**

Los ruidos intestinales son producidos por los alimentos, los gases intestinales y las heces.

A través de los intestinos. La mayoría de los borborigmos son normales. A veces lo hace

Se escuchan ruidos intestinales anormales, lo que indica la presencia de una patología abdominal. La evaluación de la función intestinal se puede realizar mediante la auscultación de la cavidad abdominal. Los sonidos abdominales en el abdomen tienen una variedad de frecuencias. (Aguilar et al.,2017)

## **Sonidos arteriales**

Ocasionalmente se puede escuchar un soplo en el abdomen debido al desvío del flujo.

Flujo laminar arterial debido a la presencia de lesiones ateroscleróticas extravasculares.

Sangre En estos casos, se deben examinar cuidadosamente las arterias renal, ilíaca y femoral.

Ten mucho cuidado.

## **Auscultación**

La auscultación es el proceso de examinar físicamente al paciente para escuchar sonidos que en realmente son vibraciones para determinar si los órganos del paciente están funcionando correctamente. Por tanto, es muy importante detectar la enfermedad sin realizar procedimientos clínicos de tipo invasivos y complejos.

Con el proceso de auscultación se pueden diagnosticar algunas características tales como

- Frecuencia
- Intensidad
- Duración
- Cantidad
- Calidad

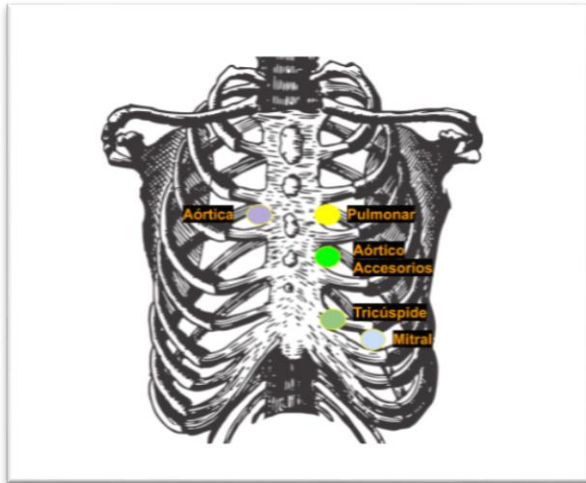
### *Auscultación pulmonar*

La auscultación de los pulmones le permite escuchar los sonidos provenientes de las vías respiratorias. Flujo de aire con cierta frecuencia y amplitud. Mucho Este método se realiza mientras el paciente está sentado o de pie. Estetoscopio a cada lado de la columna, lateral y frontal de la columna El paciente se mueve a través de la cavidad torácica mientras inhala y exhala según las indicaciones del médico.

### *Auscultación cardíaca*

La auscultación del corazón permite escuchar los sonidos producidos por la aspiración producida. A través del corazón para permitir que la sangre fluya a través de las arterias y venas. Hay 5 zonas Otras partes del corazón: aorta, pulmones, Válvula tricúspide, válvula mitral y tercer espacio. (Del águila et al., 2021)

## Focos de auscultación



**Figura 1. Focos de Auscultación(fuente:empendium.com)**

### **-Foco aórtico**

Se encuentra a la derecha del segundo espacio intercostal. El esternón, que permite determinar las características del sonido aórtico.

### **-Foco pulmonar**

Se encuentra a la izquierda de la segunda pared.

esternón. Esto le permite identificar los sonidos de las válvulas pulmonares.

### **- Foco tricúspide**

Ubicado en el quinto espacio intercostal. Esternón y ventrículo derecho. Esto le permite identificar los sonidos asociados con la válvula. Válvulas tricúspides.

**- Foco de la válvula mitral.**

Se ubica en el quinto espacio intercostal izquierdo. Permitir

Detecta mejor el corazón y reconoce mejor los sonidos R1 y R2.

**Estetoscopio**

Es un dispositivo acústico utilizado por los médicos para realizar pruebas de auscultación del abdomen y el tórax, que suele ser una de las primeras cosas que hace un paciente. Esta prueba intenta escuchar los sonidos internos y cómo funcionan los órganos, especialmente el corazón y el sistema respiratorio. En algunos casos, es posible que necesite escuchar ruidos o soplos

intestinales causados por un flujo sanguíneo inadecuado en las venas y arterias. El estetoscopio fue creado en Francia en 1816 por René Laennec, un inventor conocido por su extrema timidez.

Se dice que en ese momento le daba mucha vergüenza escuchar a las pacientes porque tenía que pegarle la oreja al pecho. La idea me surgió cuando me di cuenta de que el sonido viaja muy bien a través de materiales sólidos. (Instrumentos de medición, 2020)



**Figurar 2. Estetoscopio y sus Partes (fonendoscopio.org)**

## SEÑALES

Las señales en el mundo electrónico pueden considerarse fuentes de información.

Viaja eléctricamente a través de componentes donde necesita ser convertido y procesado.

Diferentes formas. Una señal puede ser una señal analógica si es una señal continua en una red.

Cuando la información está cifrada, se vuelve digital. Una señal continua es una señal que contiene un número infinito de valores y señales. (Del águila et al., 2021)

Discreto en un número finito de valores. Se pueden utilizar señales analógicas.

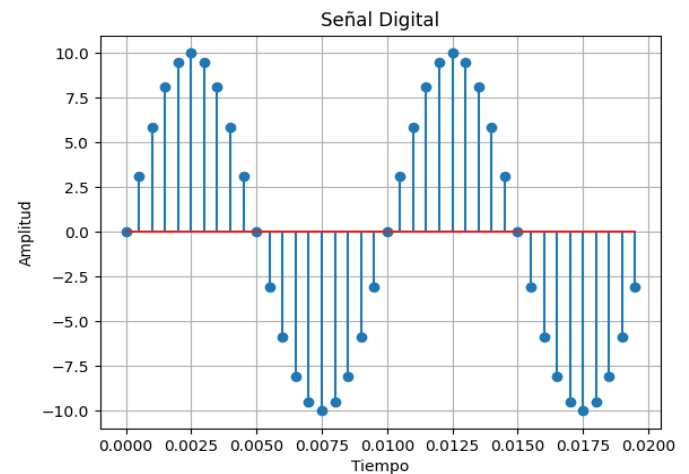
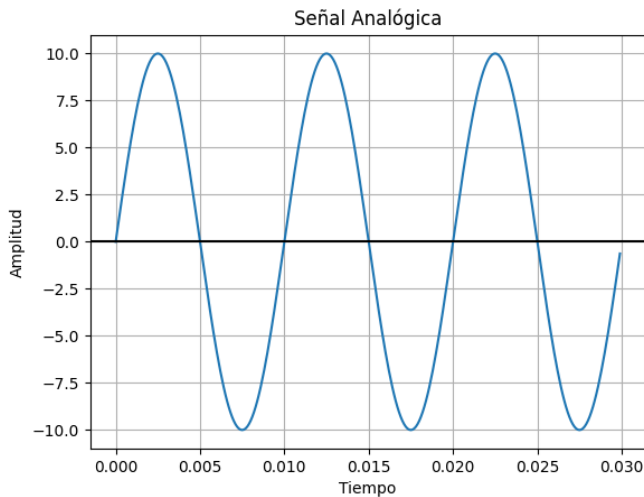
en forma de corriente, voltaje o carga; Las señales digitales marcan la diferencia

Valor "0" o "1", también conocido como VERDADERO o FALSO (BAJO o ALTO)

Otros pueden expresarse de diferentes formas según el protocolo. Por ejemplo, una señal analógica es el voltaje generado por un micrófono conectado a un micrófono.

El sonido provoca un cambio de voltaje, que convierte la señal del habla en una señal eléctrica.

término análogo. Por ejemplo, utilice la siguiente ecuación para una señal analógica:



**Figura 3. Onda Señal Analógica**  
(fuente: Amplitud en la señal de audio digital)

**Figura 4. Onda digital (fuente: Amplitud en la señal de audio digital)**

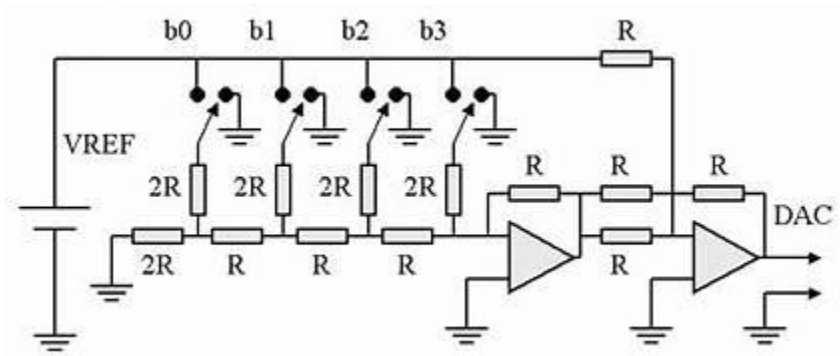
### Señal Digital -Análoga

Una señal digital es una señal que puede proporcionar sólo dos estados lógicos: ALTO y BAJO, o en términos digitales 0 y 1. En realidad, no existe una señal digital, pero eso significa que tiene un tiempo de subida o una caída cero. lo cual no es realmente posible. Todas las señales físicas

son analógicas, pero las señales que se aproximan a este comportamiento se comportan como señales digitales. En señales digitales reales, se supone que el tiempo de subida a efectos de medición comienza en el 10% del pulso hasta alcanzar el 90% de la amplitud final. Esta condición se aplica en ambos casos. En la siguiente imagen puedes ver una señal "digital" real en acción.

### Convertidor digital-analógico (DAC)

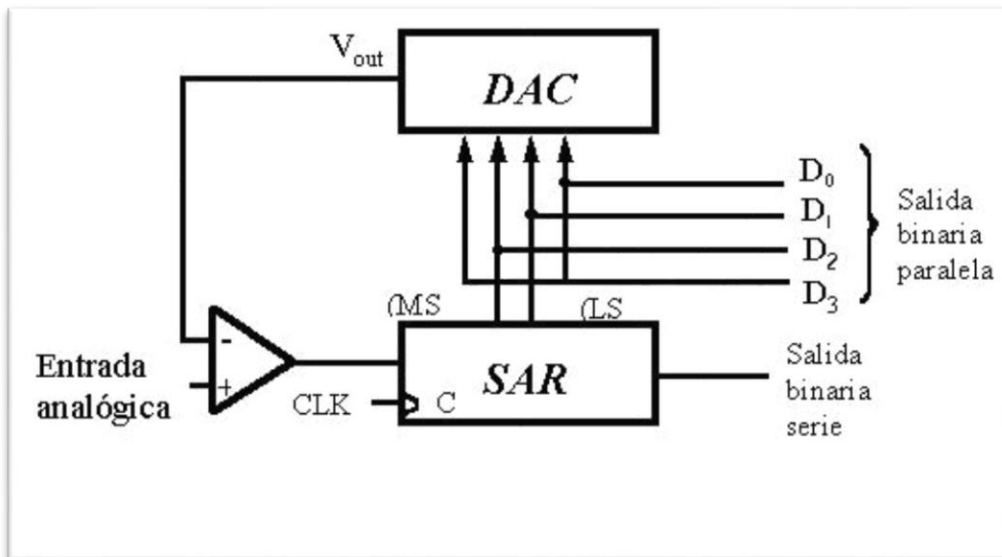
Un convertidor de digital a analógico es responsable de convertir señales digitales en señales analógicas. En otras palabras, convierte números binarios en voltaje de salida. Diferencias con los ADC existentes el procedimiento de conversión con tres bloques definidos en los que se ejecuta el DAC. Diferentes métodos que se describen a continuación:



**Figura 5. Circuito convertidor DAC. (fuente: Conversión: Analógica a Digital & Digital a Analógica)**

## Convertidor analógico a digital (ADC)

Un convertidor analógico a digital, también conocido como convertidor analógico a digital (ADC), es un dispositivo que se utiliza para convertir cualquier tipo de señal variable a un lenguaje que los circuitos electrónicos puedan entender, es decir, una señal digital que opera en 0 y 1.



**Figura 6. Diagrama de un ADC (fuente: convertidor ADC)**

## ¿Qué es una red?

Se trata de un conjunto de dispositivos, como un ordenador móvil o una tableta, conectados mediante señales u otros medios. Puede enviar un solo archivo a través de la red y compartirlo en toda su computadora. Un marco de metal con un interruptor casi siempre se puede usar como marco de metal, conectado a un marco de metal y brindando acceso a otros dispositivos y dispositivos. Las redes se pueden clasificar según su escala geográfica,

## Redes inalámbricas

Es importante distinguir entre varias características, como la frecuencia utilizada, el alcance y la velocidad de transmisión. Las redes inalámbricas facilitan la comunicación entre dispositivos remotos que pueden estar separados por metros o kilómetros. Las ondas de radio se utilizan para transmitir información de un punto a otro sin un medio físico controlado, como una red cableada. Realiza la función de transferir energía al receptor.

La transmisión se codifica en el portador inalámbrico y se libera en el receptor final. La información transmitida a través del proceso anterior se llama modulación de onda portadora. Si las ondas de radio se transmiten en diferentes frecuencias de radio, las ondas portadoras pueden estar en el mismo espacio al mismo tiempo, obviamente en la misma frecuencia que el proveedor, y el resto se ignorará. Esta operación es similar a una red cableada donde hay que conectar el receptor a la red mediante cables estándar de una red inalámbrica... (Redes Dispositivos e Instalación, 2016)

### *Algunos Tipos de redes inalámbricas*

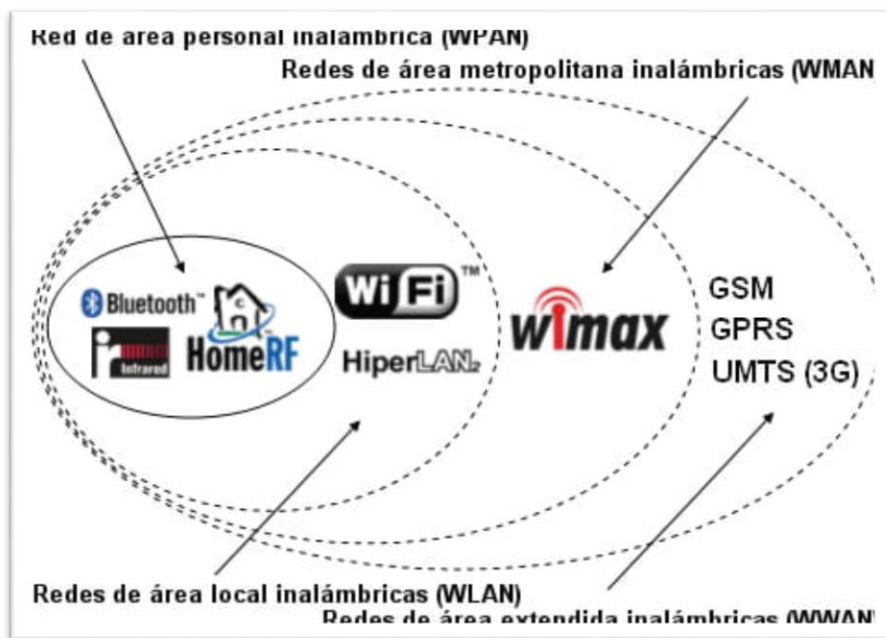
Por lo general, las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área geográfica desde la que el usuario se conecta a la red (denominada área de cobertura):

Red de área personal inalámbrica (WPAN)

Redes de área local inalámbrica (WLAN)

Redes de área metropolitana inalámbricas (WMAN)

Redes de área extendida inalámbrica (WWAN)

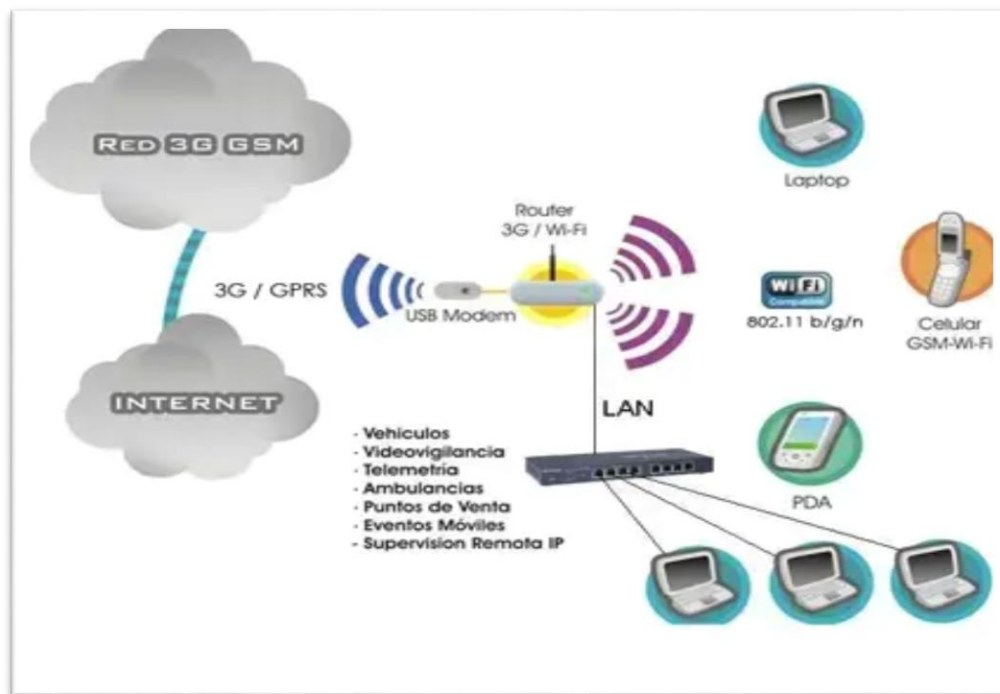


**Figura 7. Tipos de redes inalámbricas (fuente: redesinalambricas.es)**

Como podemos apreciar en la imagen existen muchos tipos de redes locales y personales que se clasifican dependiendo del alcance de su cobertura, se puede notar que el Wifi es una red local inalámbrica que cubre un mayor campo que el bluetooth y el infrarrojo porque estas son de área personal, para nuestro proyecto de investigación tomaremos el **wifi** como el medio de red para la comunicación y el transporte de nuestros datos con este medio de red tendremos algunas ventajas sobre otras redes, pero estudiaremos un poco más a profundidad sobre el Wifi.

### ¿Qué es wifi?

Wifi es el nombre que se le da a una familia de protocolos de red inalámbrica que permiten que dispositivos electrónicos modernos, como teléfonos inteligentes, computadoras portátiles y varios dispositivos de Internet de las cosas, se conecten de forma inalámbrica a un enrutador Wifi y accedan a Internet. El protocolo Wi-Fi se basa en el estándar IEEE 802.11 para redes de área local, desarrollado y mantenido por el Comité de Estándares LAN/MAN (IEEE 802) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE 802). El primer protocolo WiFi se lanzó en 1997 y ofrecía velocidades de conexión de hasta 2 Mbps.



**Figura 8. Redes Wifi (fuente:culturacion.com)**

### *Comunicación vía WIFI*

internet a través de internet en ocasiones el modo y el router wi-fi están conectados en el mismo dispositivo y le mande internet a tu router a través de un cable por dónde llega internet. Esto lo puedes ver en cursos como el curso de fundamentos de ingeniería que está disponible en plástico y fundamentos pero para no ser tan el internet llega a través normalmente de tres caminos en nuestro mundo actual moderno uno que es el más común en Latinoamérica es a través de un cable coaxial es el cable de televisión por cable que normalmente vemos que ellos usan con un proceso llamado conmutación para dividir la señal del televisor con la señal digital de internet y poder verte ambas cosas a través del mismo cable en Colombia por ejemplo este cable es También conocido corporativas fibra óptica la fibra óptica es un cablecito casi siempre blanco o amarillo muy delgadito digamos plástico es una fibra transparente Necesito una unidad

especial que parece una memoria USB en algunas ocasiones en otros Está ya integrada en el módem Para convertir esa señal de luz en internet luego lo más probable es que si no tienes una conexión moderna te llegue por un cable de teléfono Eso es lo que nosotros conocemos hace más de 10 años y un cable de teléfono se conecta tu módem y tu módem luego lo convierte a un rj45 un cable ethernet esa es la razón por la que tienes internet.

### **Estándares de red WIFI**

La mayoría de los enrutadores Wifi modernos admiten el estándar de red 802.11ac, con un rendimiento de varias escalas de al menos 1 gigabit por segundo (Gbits por segundo) y una transición de enlace único de al menos 500 megabits por segundo (500 Mbps). Muchos enrutadores Wifi más antiguos solo admiten el estándar de red 802.11n, que tiene una velocidad de datos neta máxima de 600 Mbps, y algunos enrutadores solo admiten el estándar de red 802.11g, que tiene una velocidad de datos neta máxima de 600 Mbps. En línea es de solo 54 Mbps. El estándar de red 802.11 es compatible con versiones anteriores, por lo que no hay motivo para no comprar un enrutador que admita 802.11g, el nuevo estándar de red 802.11ac (Mórelo, D. 2023).

### **Filtros**

El filtrado es el proceso de eliminar información innecesaria. Como esto Los filtros en el mundo de la electrónica pueden ser eléctricos o digitales. Filtrar Los dispositivos eléctricos se utilizan a menudo para filtrar el ruido de las señales, como los filtros de ruido blanco. O una señal discreta como filtro de frecuencia. Lo mismo ocurre con los filtros. Existen filtros digitales que realizan eléctricamente la misma función que los filtros. La implementación de dispositivos

eléctricos requiere el procesamiento de información digital mediante fórmulas. Matemáticas para eliminar ruido o filtrar frecuencias. (Del águila et al, 2021)

### ***Filtros fir***

Un tipo de filtro que tiene una respuesta de impulso finita y se caracteriza por sus características.

Sistema no recursivo. La siguiente ecuación define el filtro FIR:

Los filtros FIR se pueden diseñar de cuatro formas, según la frecuencia:

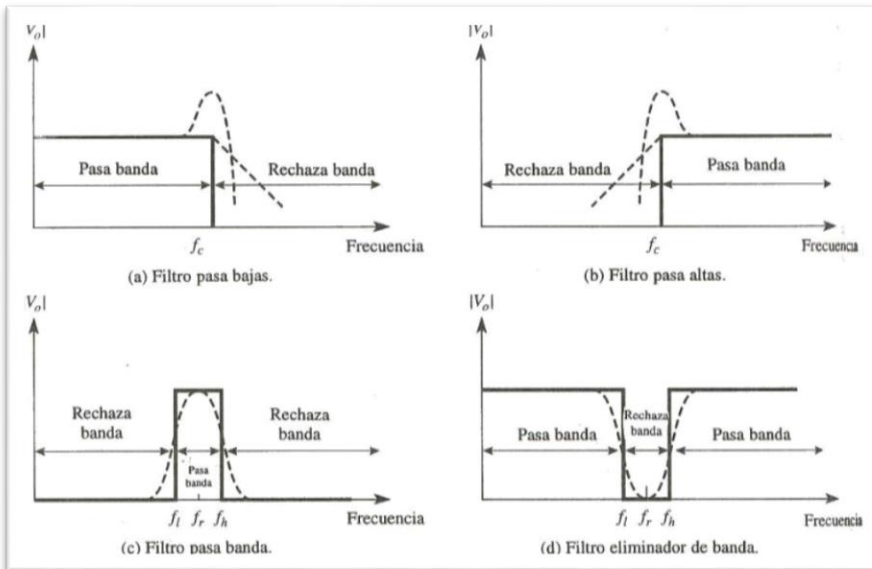
Para la señal filtrada, ¿qué quieres usar?

- Filtro de paso bajo: atenúa las frecuencias por encima de la frecuencia de corte  $f_c$ .
- Filtro de paso alto: Atenúa las frecuencias por debajo de la frecuencia de corte  $f_c$ .
- Filtro de paso de banda: Atenúa las frecuencias fuera de banda.

La frecuencia está entre  $f_l$  y  $f_h$ .

- Filtro de rechazo de banda: atenúa las frecuencias dentro de un rango determinado.

La frecuencia está entre  $f_l$  y  $f_h$ .



**Figura 9. Gráficos de Filtros Adaptivos (fuente: Filtros Activos)**

### *Filtro adaptivo*

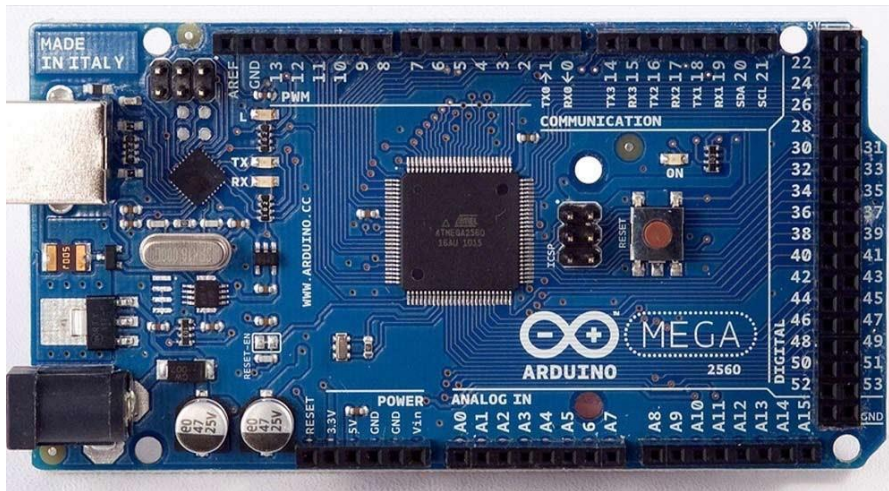
Por ejemplo, puede cambiar los coeficientes de un filtro adaptativo. Mejoramos nuestro algoritmo de esta manera con el tiempo. Señales en tiempo real que no pueden ser detectadas por filtros estáticos con coeficientes invariantes. Uno de los algoritmos utilizados es LMS (Least-Mean- cuadrado) para encontrar el valor mínimo esperado del cuadrado de la señal de error. Por lo tanto, el ruido se puede filtrar mediante un procesamiento simple que evite el filtrado. Uso excesivo de la computadora; La razón por la que evita cargas pesadas.

procesos básicos que serían:

- El filtrado de una señal mediante un filtro lineal.
- La resta entre dos señales, la salida y la señal deseada para obtener el error.
- El proceso de generación de los coeficientes del filtro de acuerdo con el error

Estimado.

## Tecnología arduino.



**Figura 10. Arduino UNO(fuente:Arduino.cc)**

Arduino es una plataforma de desarrollo electrónico gratuita, flexible y fácil de usar basada en hardware y software para fabricantes y desarrolladores. Esta plataforma permite a la comunidad de desarrollo crear diferentes tipos de microcomputadoras de placa única para diversos propósitos. Arduino se utiliza como microcontrolador, desde él se descargan programas y funciona independientemente del ordenador, controla y controla determinados dispositivos, toma decisiones en base a programas descargados e interactúa con el mundo físico gracias a sensores y actuadores. Arduino actúa como una interfaz entre computadoras u otros dispositivos que realizan tareas específicas, traduciendo esas tareas en tareas del mundo real. Por el contrario, gracias a los sensores conectados a la placa Arduino, puedes indicarle al ordenador que realice determinadas tareas.

## **Almacenamiento y envío de datos a la nube utilizando la tecnología arduino icloud**

La tecnología utilizada por IOT iCloud ha permitido generar una alta producción de proyectos electrónicos ya que estas pueden ser controladas y monitoreadas desde un tablero a la página de Arduino donde viene el IT cloud podemos ver una breve descripción que nos dice que podemos hacer una implementación del internet en pocos pasos con una placa de ellos y tiene algunas características como el entorno de creación que es una plataforma es la plataforma que ellos tienen para hacer toda la vinculación a la placa al internet hacer todo el programa y luego controlar desde el tablero como lo llama la tecnología Arduino que al español significa tablero son los esquemas o la programación que se le sube a las placas la construcción de redes de sensores que es lo mismo el monitoreo de datos en tiempo real que esto es muy útil y es que necesitas tener los datos en la rojo vivo tiene compatibilidad con wi-fi y Lora es una comunicación para largas distancias únicas y también tiene una Api que podemos utilizar para otros proyectos con otras tecnologías que logrado un gran impacto en la sociedad actual.

## Estado del arte o antecedentes

Nombre del Producto,	Breve Description	Características
Modelo y Foto		
<b>Estetoscopio Electrónico</b>  <b>eKuore Pro.</b>	<p>estetoscopio digital inteligente te permite escuchar Articulaciones independientes de la auscultación. Al aplicar seguimiento o diagnóstico o Comparte fácilmente con otros experto.</p>	<p>Producto portátil.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reproducible por medio de Bluetooth (hasta 10 metros), 3.5mm Wifi (App).</li> <li>▪ Permite guardar la señal (App). (Del águila et al., 2021)</li> </ul>



---

## Estetoscopio Digital ONE



Se puede afirmar que es uno de lo más pequeño, pero más potente. este Adecuado para amplificación de señal. Enviar hasta 100 veces sonido a través del interruptor Estándar de 3,5 mm. Además, Se suministra utilizando Se pueden agregar salidas Varios dispositivos de transmisión

- Producto portátil
- Salida de audio por medio de conector 3.5mm.
- Permite la conexión a sistemas de streaming
- Conexión directa mediante Wifi a la App. (Del águila et al., 2021)

---

---

**Pro Telehealth Plan: CORE****Digital Stethoscope**

- Estetoscopio  
incorporado que mejora la  
auscultación mediante  
amplificación;  
Cancelación activa de  
ruido y  
software. Además, apoya  
Escucha inalámbrica  
mediante una aplicación  
móvil y  
Auriculares.
- Producto portátil.
  - Permite la  
transmisión de  
sonidos y señal ECG  
en tiempo real.
  - Integra un algoritmo  
de IA para detección  
de complicaciones en  
el corazón.
  - Permite grabar,  
guardar y compartir  
los sonidos y la señal  
ECG.
  - Incluye la  
herramienta de  
videoconferencia para  
facilitar la atención  
remota.
-



Este producto ofrece una gran auscultación al eliminar hasta en un 85% el ruido de fondo y amplificar los sonidos corporales hasta 24 veces. La pantalla LCD integrada muestra las frecuencias seleccionables, el nivel del sonido, la carga de la batería y el ritmo cardiaco del paciente. Puede grabar hasta doce clips de 30 Segundo's en el estetoscopio.

- Producto portátil.
- Reduce el ruido en hasta un 85%.
- Amplifica los sonidos corporales hasta 24 veces.
- Graba hasta doce clips de 30 segundos por producto. (Del águila et al., 2021)

---

## Metodología de la investigación

La investigación cuantitativa es un método estructurado de prueba de hipótesis basado en mediciones cuantitativas y análisis estadístico, que utiliza la recopilación de datos para identificar patrones de comportamiento y probar teorías. "La investigación cuantitativa es apropiada para estimar el tamaño o la ocurrencia de un fenómeno y probar hipótesis". (Hernández y Mendoza 2018)

Algunas características son

- Se basa en un enfoque positivista que dice que el único medio de conocimiento es la experiencia comprobada a través de los sentidos
- Se aplica la lógica deductiva su análisis va de lo general a lo particular
- Una característica importante en la investigación científica, aunque no se realice en todas es que se busca comprobar una hipótesis
- Se utiliza en un campo amplio la estadística, las medidas tendencia central y la estadística inferencial, todo esto ya que sus datos son generalizables, porque se trabaja con grandes muestras
- Otra de sus ventajas es que tiene capacidad de replica
- La investigación cuantitativa también tiene como característica entregar datos objetivos y precisos que permitan entender mejor el fenómeno de estudio

Para el proyecto de investigación del fonendoscopio digital se realiza una investigación cuantitativa ya que se plantea una solución positivista frente a una necesidad que busca desarrollar una tecnología que enriquezca el campo médico y hospitalario

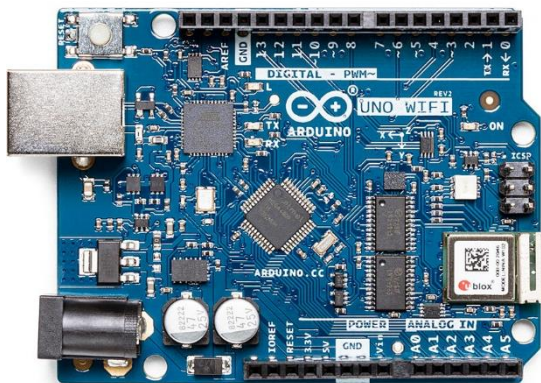
En el desarrollo de una investigación cuantitativa es clave para su efectividad otro factor que para el caso de fonendoscopio digital se estudia desarrollarlo desde lo general, sus principios básicos que en el proceso de auscultación sería la medición de la frecuencia cardíaca, el pulso, el estado de los pulmones entre otros. y de esto se lleva hasta el ámbito particular que sería los sistemas digitales en los que la sociedad actual tienen a la mano de forma muy sencilla.

La investigación que se realizó para el fonendoscopio digital es de tipo descriptiva, para el estudio se tuvo muy en cuenta la privacidad y las veracidades de la información a las personas a quienes se entrevistó ya que esto era necesario para lograr confirmación de las hipótesis planteadas ya anteriormente.

La clasificación de la información es muy importante en cualquier proyecto de investigación de tipo descriptivo, en el caso del fonendoscopio digital se utilizó para clasificar algunos datos de que se recogieron para el estudio de fenómenos clínicos como por ejemplo el tiempo que se tarda una persona en ser atendida para una auscultación y cuantas personas puede atender en un día un médico para una auscultación, con base estos datos obtenidos se tabularon en unas tablas de datos

## Materiales.

### Arduino uno wifi rev2



**Figura 11. Arduino uno Wifi REV2(fuente: Arduino.cc)**

Para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación utilizaremos el Arduino wifi REV2 este es un dispositivo de Arduino muy integral ya que está pensando en construir una red de sensores conectados a su oficina o modem doméstico , o si desea crear un dispositivo con Wifi o Bluetooth de bajo consumo que envíe datos a un teléfono celular, Arduino UNO Wifi Rev.2 es su solución integral para muchos de los escenarios básicos de aplicaciones que trabajan con la nube IoT cloud , A continuación se presentará una serie especificaciones técnicas con las que cuenta este dispositivo.( Arduino.cc s.f)

<b>Microcontrolador</b>	ATmega4809 ( <a href="#">hoja de datos</a> )
<b>Tensión de funcionamiento</b>	5V
<b>Voltaje de entrada</b> (recomendado)	6 - 20V
<b>Pines de E/S digitales</b>	14 — 5 Proporcionar salida PWM
<b>Pines de E/S digitales PWM</b>	5
<b>Pines de entrada analógica</b>	6
<b>Corriente CC por pin de E/S</b>	20 mA
<b>Corriente CC para pin de 3,3 V</b>	50 mA
<b>Memoria flash</b>	48 KB (ATmega4809)
<b>SRAM</b>	6.144 bytes (ATmega4809)
<b>EEPROM</b>	256 bytes (ATmega4809)
<b>Velocidad de reloj</b>	16MHz
<b>módulo de radio</b>	u-blox NINA-W102 ( <a href="#">hoja de datos</a> )
<b>Elemento seguro</b>	ATECC608A ( <a href="#">hoja de datos</a> )

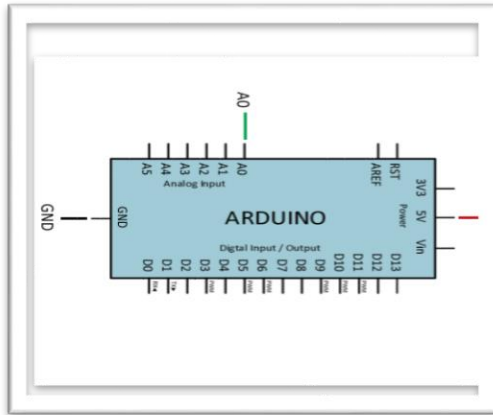
**Tabla 1. Especificación Técnicas del Arduino uno Wifi REV2.**

## Micrófono Amplificador MAX9812L



**Figura12. micrófono amplificador MAX9812 (Fuente: Solectroshop)**

El amplificador de micrófono MAX9812 es un amplificador de audio especialmente diseñado para procesar señales de micrófonos. Se puede utilizar con Arduino para medir el sonido. Al observar los módulos del micrófono, descubrí que la señal producida generalmente era demasiado baja para grabarla correctamente. Para medir el sonido, es necesario amplificar la señal. Ofrece entrada simple/doble, ganancia fija de 20 dB, ancho de banda de 400 kHz, bajo ruido y baja distorsión de señal de 0,015% THD.( <https://solectroshop.com/s.f>).



**Figura13.diagrama de micrófono MAX9812(Fuente: Solectroshop)**

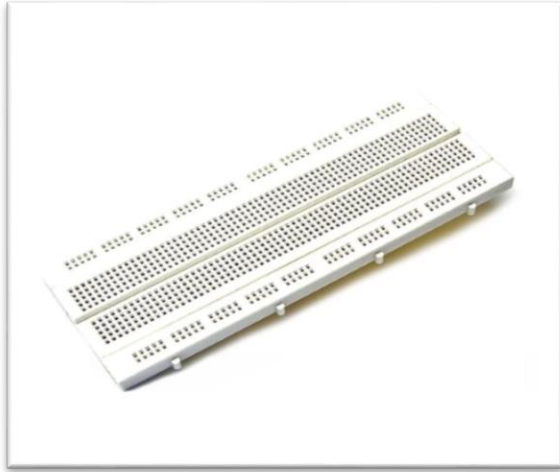
### **Potenciómetro De Carbón U250**



Este potenciómetro es muy adecuado para nuestro dispositivo porque tiene una resistencia variable de  $250 \Omega$  y limita el flujo (intensidad) de la corriente, creando una caída de voltaje como una resistencia, pero en este caso su valor se puede ajustar. Cambios actuales. Voltaje a través de un potenciómetro cambiando el valor de resistencia.

**Figura 14. Potenciómetro U250(fuente: Solectroshop)**

## Protoboard



El protoboard de 840 puntos se puede usar para trabajar con microcontroladores AVR, ARM, PIC, módulos Arduino o con prototipos de diseño propio.

**Figura15. Protoboard(fuente:mercadolibre.com)**

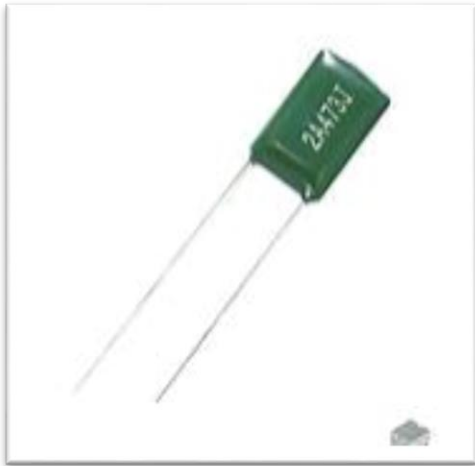
## Batería de 9 V



El núcleo iónico de larga duración de esta batería permite recargarla 400 veces y cuenta con tecnología que puede mantener la batería cargada hasta por 12 meses cuando no está en uso. Esto significa una mayor duración de la batería y menos carga entre usos. Las baterías recargables Duracell de 9 V son ideales para dispositivos como detectores de humo, radios y más.

**Figura 16. Batería 9v (fuente: electrotec)**

## Filtros



Para construir un filtro, use al menos cuatro capacitores para construir el filtro. Los tamaños de filtro son  $470\mu\text{F}$ ,  $2,2\mu\text{F}$ ,  $100\text{nF}$ ... El funcionamiento se basa en el principio de reactancia inductiva. La reactancia inductiva es cómo la resistencia o impedancia de una bobina inductiva varía con la frecuencia de la señal que pasa a través del inductor.

**Figura 15. Capacitor 0.047uF (fuente: Amazon)**

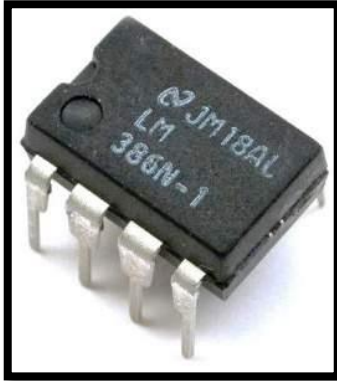
## Resistencias



Una resistencia es un componente electrónico la cual su principal función es oponerse al paso de la corriente o la tensión, para nuestro proyecto la utilizaremos con los capacitores para armar los filtros, utilizaremos varias resistencias de 10 k, 47 k, 100k, 200k, entre otras.

**Figura 16. Resistencia 100k(fuente:Amazon.com)**

## Integrados



Se trata de un circuito integrado formado por un amplificador que requiere bajos voltajes tanto en la entrada de audio como en la fuente de alimentación. Comúnmente utilizado en amplificadores de computadora (altavoces), radios, amplificadores de guitarra, etc. El diseño del estetoscopio requiere principalmente dos dispositivos integrados: LM386 y LM741.

**Figura 17. Integrado LM386 (fuente: electrotec)**

## Diseño

### Diseño de software y hardware

A continuación, le describiremos una serie de pasos para el diseño del fonendoscopio inalámbrico.

1. Selección de componentes de bajo consumo que contengan las características estáticas y dinámicas pero que a su vez sean económicos y accesibles.
2. Diseño de la etapa de alimentación de todo el sistema electrónico.
3. Implementación del circuito para adquirir las señales análogas y digitales.
5. Adaptación de la etapa de conexión inalámbrica al sistema electrónico de acondicionamiento de señal.
6. Selección de los Componentes que nos ayudara a realizar el fonendoscopio.
7. Diseño e implementación de un micrófono que permitirá la entrada de sonido al Fonendoscopio.
9. Desarrollo de un software que nos permitirá simular el funcionamiento del fonendoscopio
10. Obtención de resultados signos vitales a través de este fonendoscopio y luego compararlos con un fonendoscopio normal y sencillo.

### **Descripción de software**

A continuación, describiremos como se llevará a cabo la Conexión del software que nos permita la adquisición de la señal análoga que deseamos obtener para luego convertirla en digital y poder enviarla la nube de IOT CLUD de Arduino.

## **Programación en arduino.**

A continuación, encontraremos una serie de pasos que estaremos programando en Arduino

- Realizar la conexión a la base de datos.
- Realizar la captura de los audios procedentes de los micrófonos.
- Hacer el filtro de las señales de audio.
- Enviar el archivo de audio filtrado a la nube IOT CLUD.

## **Captura del audio.**

Descripción del procedimiento Captura del audio:

1) Para el procedimiento de captura de audio de nuestro dispositivo debemos tener en cuenta algunas características de nuestro Arduino, por ejemplo, que tiene una memoria de 48kb

con capacidad de 6,144 bites.

2) El formato en que grabaremos los audios será en formato Mp3 el cual nos arrojará un archivo que puede ser muy pesado para nuestra memoria de 48kb, entonces haremos uso de un compresor de audios para pasarlos a 8 bites.

3) El sonido analógico proveniente de la auscultación realizada será tomado principalmente

por el micrófono Amplificador MAX9812L, ubicado en la parte posterior de nuestro dispositivo

Los parámetros de la captura de los audios son los siguientes:

- Frecuencia de muestreo = 8000 Hz
- Mono canal
- Captura en PCM de 16 bits
- 10 segundos de grabación
- Formato MP3 de audios

### **Filtración de señales de audio**

Después que se realice la captura de audio por el micrófono el audio entrara a una serie de filtros que están ubicados en la protoboard, estos filtros se encargaran de eliminar los ruidos ambientales y otros sonidos producidos por el cuerpo y de esta forma solo obtener el sonido de la parte que ausculto, a continuación, veremos una serie de pasos y códigos que tendrán estos filtros para realizar su función.

1. Se selecciona el archivo de audio “sound.mp3” que será la entrada para el filtro pasa bajos, este filtro estará atenuando todas las frecuencias altas que este por encima del umbral Alpha 0.5 que vendría siendo nuestra frecuencia de corte.

```

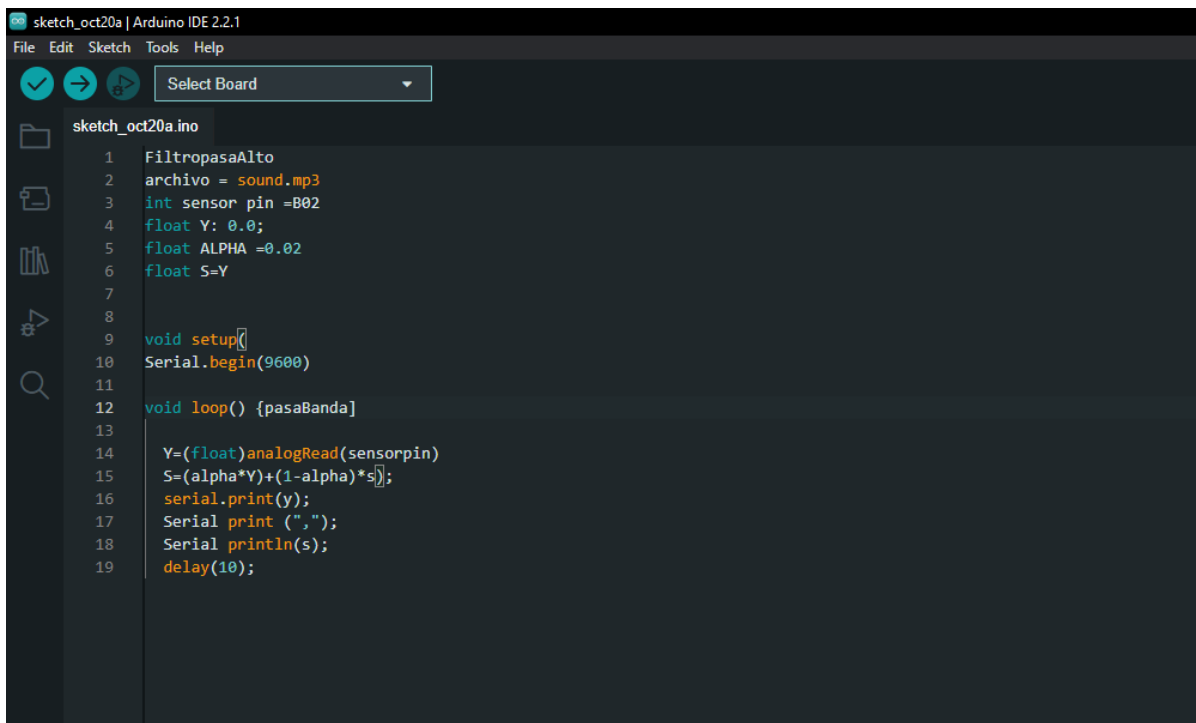
sketch_oct20a.ino
1  Filtropasabajo
2  archivo = sound.mp3
3  int sensor pin =A0
4  float Y: 0.0;
5  float ALPHA =0.5
6  float S=Y
7
8
9  void setup(
10 Serial.begin(9600)
11
12 void loop() {
13
14     Y=(float)analogRead(sensorpin)
15     S=(alpha*Y)+(1-alpha)*s);
16     serial.print(Y);
17     Serial print (",");
18     Serial println(s);
19     delay(10);

```

figura 18. Programación ArduinoIDE.2.2.1 filtro pasa baja (fuente: Elaboración Propia)

2. Se utiliza un filtro adaptivo con algoritmo llamado Float, utilizando un valor de  $alpha = 0.02$  para los audios con unas frecuencias Inferiores a esta y  $alpha = 0.5$  para atenuar los sonidos con frecuencia de corte superior a esta.
3. Se toma como base inicial que el coeficiente del filtro es cero.
4. La señal de salida del filtro se codifica y se guardad como “void. loop”.
5. Luego se le aplica una ganancia de -5 dB en el archivo “**serial println**” y es guardada con el nombre “void. loop”.
6. Una vez el sonido pase por los 2 filtros y sea guardado en nuestro módulo de grabación,

podrá ser enviado y almacenado a la nube de Iot iCloud.



```

sketch_oct20a | Arduino IDE 2.2.1
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
sketch_oct20a.ino
1  FiltropasaAlto
2  archivo = sound.mp3
3  int sensor pin =B02
4  float Y: 0.0;
5  float ALPHA =0.02
6  float S=Y
7
8
9  void setup{
10 Serial.begin(9600)
11
12 void loop() {pasaBanda]
13
14 Y=(float)analogRead(sensorpin)
15 S=(alpha*Y)+(1-alpha)*s];
16 serial.print(y);
17 Serial print (",");
18 Serial println(s);
19 delay(10);

```

**figura 19. Programación ArduinoIDE.2.2.1 filtro pasa Altos (fuente: Elaboración Propia)**

## Diseño de hardware del dispositivo

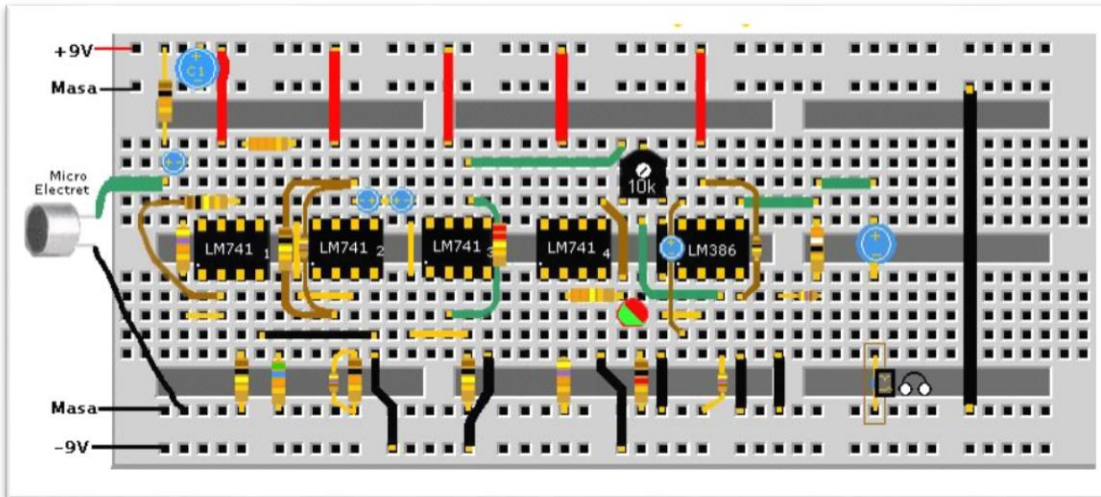
A continuación, veremos el paso a paso el diseño del Hardware de nuestra de nuestro proyecto Teniendo ya todos nuestros elementos descritos anteriormente procederemos a realizar su conexión.

1. El primero paso que debemos realizar es el montaje del circuito del fonendoscopio

Digital en la placa base que utilizaremos que será la protoboard la cual llevará una serie

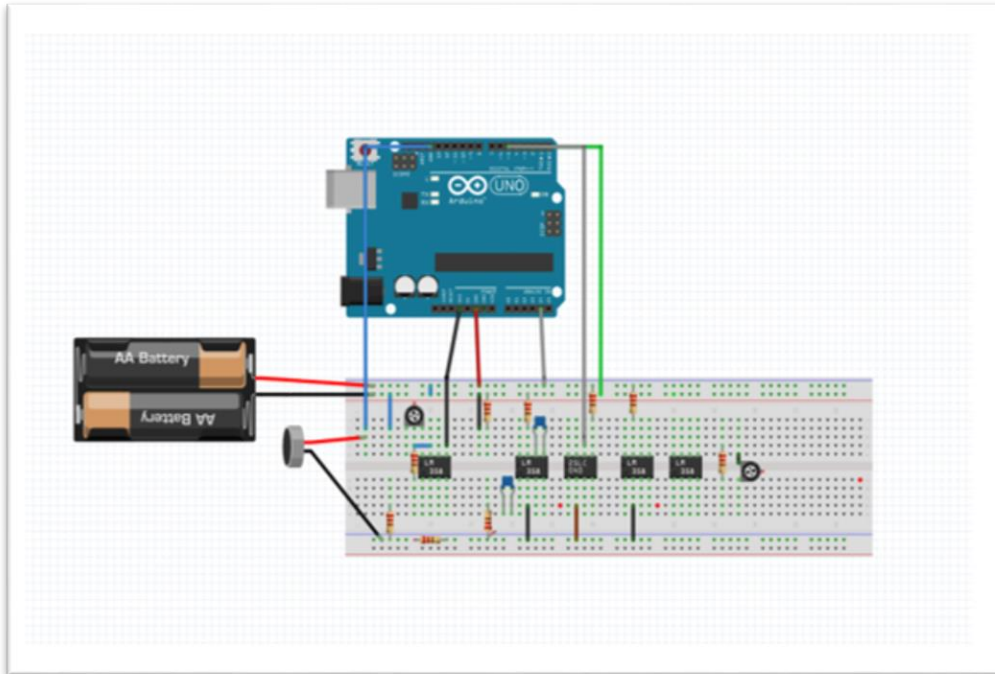
De componentes como resistencias, potenciómetros, cables e integrados,

la imagen a continuación mostrara como va formado este circuito.



**Figura20.Circuito integrado Estetoscopio Digital (fuente:diarioelectronicohoy.com)**

2. Luego de esto conectaremos la batería de 9v como fuente de alimentación a la placa base Y al Arduino.
3. El micrófono será nuestra principal entrada analógica, la cual será alimentada Al pin de 5v de entrada por nuestro Arduino lógico
4. Luego de esto conectaremos los cables de tierra el GND de nuestro micrófono y del Arduino a la protoboard que contiene el circuito del fonendoscopio.
5. El pin D0 que es la salida de señal digital lo conectaremos al pin d8 del Arduino
6. El pin A0 que sería la parte analógica del Arduino se conectaría con el pin A0 del sensor que controla lo que es el potenciómetro, el potenciómetro es el encargado umbral mínimo que deseamos obtener para el sonido analógico que deseamos tener.

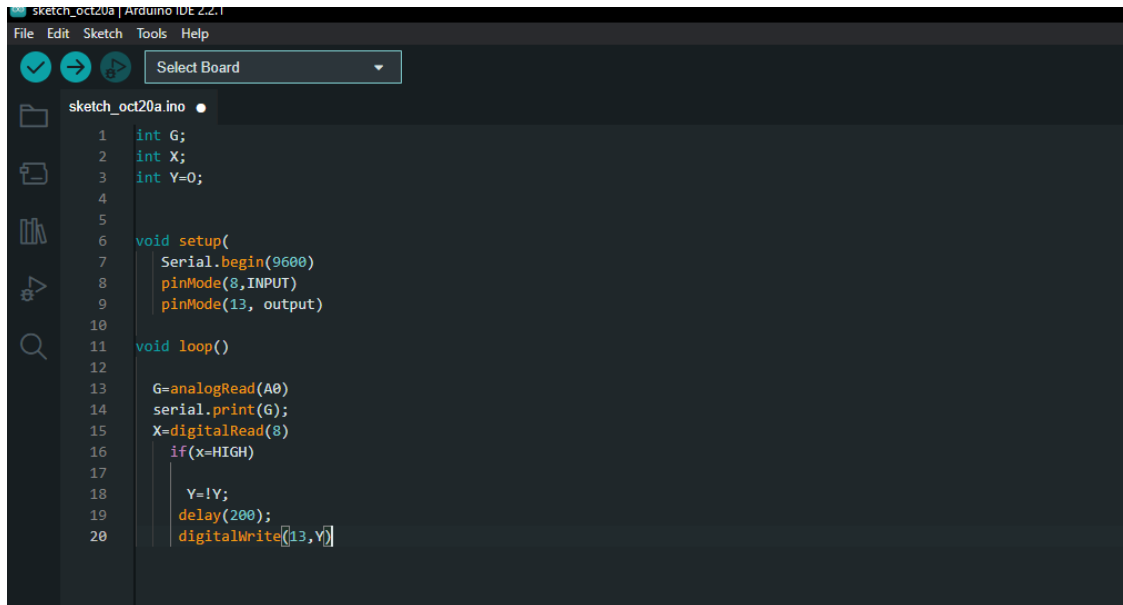


**Figura21.Hardware del dispositivo diseñado (fuente: Fritzing: Elaboración propia)**

7. Luego de realizar los pasos anteriores, procederemos a introducir los parámetros Indicados a continuación en software de Arduino.

- Debemos definir 3 variables para nuestros pines de entrada G, X, Y serán los Variables que utilizaremos
- Una vez definidos los pines de entrada y salida de nuestro sensor debemos introducir el código en void setup y void loop
- Comenzando por el void setup para el Arduino tomaremos el pin 8 como input Y el pin 13 como output

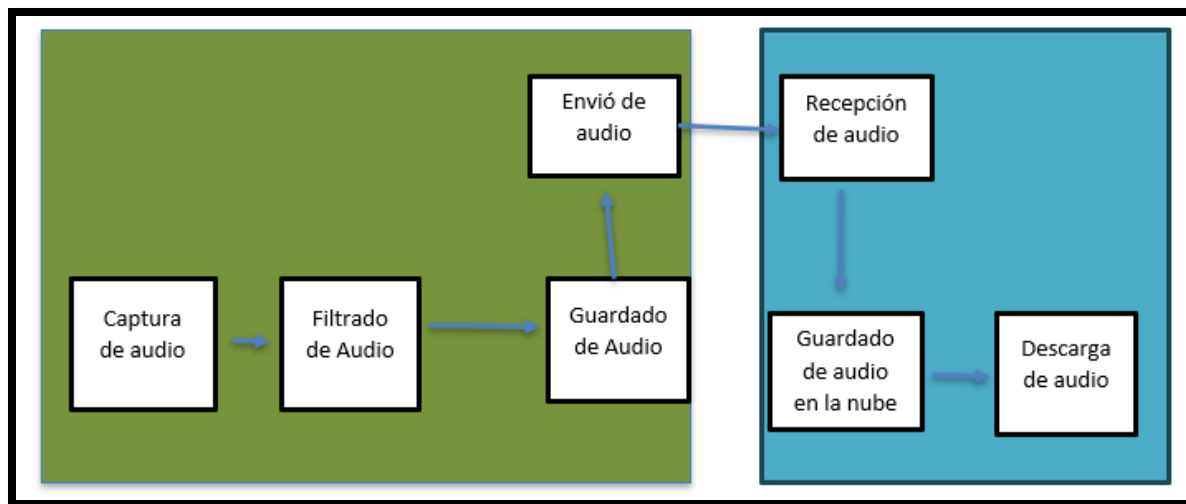
- En el void loop es la parte que va a controlar el potenciómetro en este caso nosotros escogimos la variable G el valor análogo por el puerto por el pin A0 es donde vamos a conectar nosotros la salida analógica del módulo.



```
sketch_oct20a | Arduino IDE 2.2.1
File Edit Sketch Tools Help
[Icons] Select Board
sketch_oct20a.ino
1 int G;
2 int X;
3 int Y=0;
4
5
6 void setup(
7   Serial.begin(9600)
8   pinMode(8,INPUT)
9   pinMode(13, output)
10
11 void loop()
12
13   G=analogRead(A0)
14   serial.print(G);
15   X=digitalRead(8)
16   if(x=HIGH)
17     Y=!Y;
18     delay(200);
19     digitalWrite(13,Y)
20
```

**Figura 22. Programación del Hardware del Dispositivo (fuente: elaboración Propia)**

## Funcionamiento



**Figura 23. Guía de funcionamiento del Dispositivo (fuente: Elaboración Propia)**

1. Tener el equipo cargado tanto el dispositivo emisor como dispositivo receptor.
2. Se enciende el dispositivo emisor por parte del médico o la persona encargada de realizar la auscultación.
3. Una vez encendido, el equipo se conectará automáticamente a la red wifi abierta más cercana,  
para luego ejecutar el programa y conectarse a la nube de it cloud
4. La persona encargada de la auscultación acerca el dispositivo a la parte del cuerpo que desea  
ser estudiada por el médico
5. La persona presiona el botón grabar y se inicia el proceso de grabación del sonido

6. El audio es adquirido por el microcontrolador y luego enviado al servidor
7. La persona presiona el botón parar y después “guardar” para que la grabación, se guarde en la nube del servidor de it clout.
8. El archivo se guardará en la nube de it clout
9. Una vez el medico tome su dispositivo Android entrará a la aplicación de it cloud y podrá acceder a los archivos previamente ya subidos a la nube
10. El medico podrá descargar los audios y escucharlos.

## **Resultados**

### **Alcances y limitaciones de la solución propuesta**

#### *Alcance*

El proyecto propuesto presentará los siguientes alcances:

- Para tener acceso a los resultados del paciente podrá ser en cualquier lugar una conexión wifi.
- Mejora la calidad de la consulta médica remota.
- Permite que las auscultaciones médicas no se interrumpan, ya que se darán de forma remota.

- Permite un seguimiento a los pacientes, al tener un registro de los audios guardados en la nube de IOT CLOUD.
- Ahorro de tiempo para el médico, al no requerir su presencia física en el lugar de la Consulta.
- Evita el contagio de enfermedades de alto riesgo como el Covid 19.
- Las dimensiones del equipo le permiten ser transportado muy fácilmente.

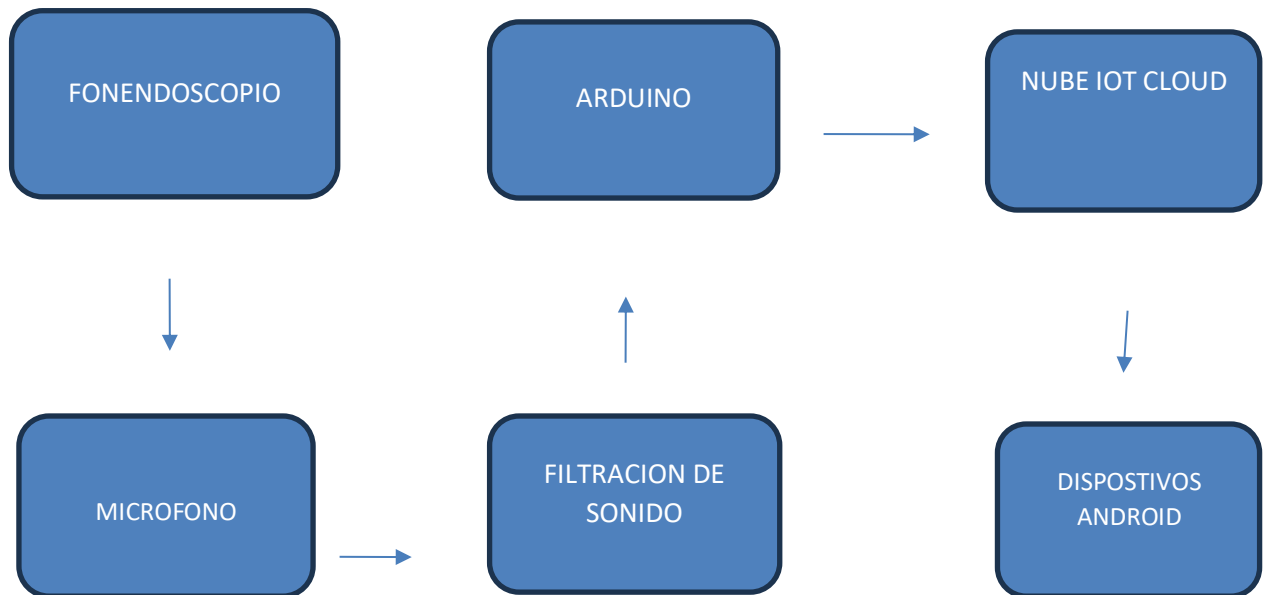
### ***Limitaciones***

- El software funciona exclusivamente para dispositivos sistemas operativos Android
- El dispositivo no cuenta con una forma de comunicarse en tiempo real entre doctor y paciente por esta razón el paciente deberá contar también con dispositivo móvil.
- El equipo está limitado en algunas situaciones de medición, como medir la parte posterior del cuerpo, ya que puede ser necesaria la asistencia de otra persona.
- El correcto funcionamiento depende de una buena conexión Wi-Fi.
- El equipo debe colocarse a una distancia menor que la longitud del estetoscopio.

Colóquese en la posición que le indicó su médico. (Del águila et al., 2021)

### Diagrama de bloques.

A continuación, se explicará de manera detallada la implementación del Fonendoscopio digital. Para ello, se plantea el diagrama de bloques de las 5 partes de la división del proyecto.



### *Fonendoscopio*

Se encarga de la adquisición de las señales del organismo y las amplifica.

### *Micrófono*

Está ubicado en la parte frontal del dispositivo y se encarga de capturar las señales provenientes del estetoscopio y convertirlas en señales analógicas.

### ***Filtración de Sonido***

En la etapa de filtración de los sonidos provenientes del micrófono pasaran principalmente por filtros pasa baja, lo cual ayudara a solo escuchar los sonidos provenientes de las partes donde se realiza la auscultación.

### ***Arduino***

Arduino es el principal responsable de la conversión de analógico a digital (ADC) con varios formatos de audio, lo que le permite ajustar la frecuencia de muestreo, la cantidad de bits y los tipos de canales. (Aguilar et al.,2017)

### ***Nube de IOT CLOUD***

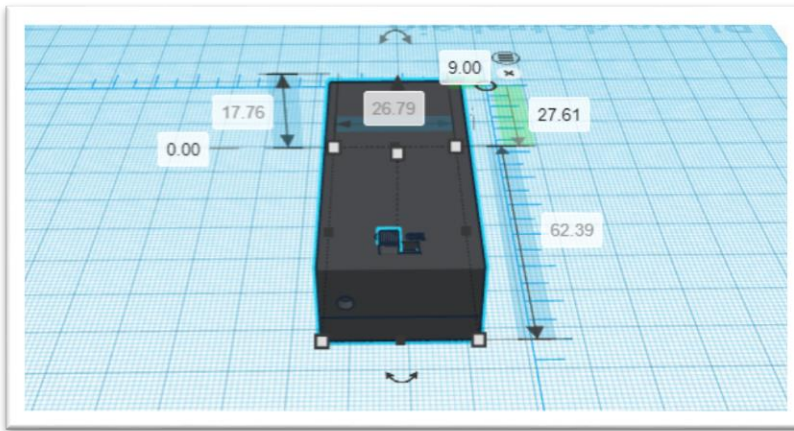
La nube de iot iCloud recibe el archivo en forma digital de la auscultación y lo almacenara en su nube para que posteriormente el medico pueda descárgalo desde la plataforma.

### ***Dispositivo con tecnología Android***

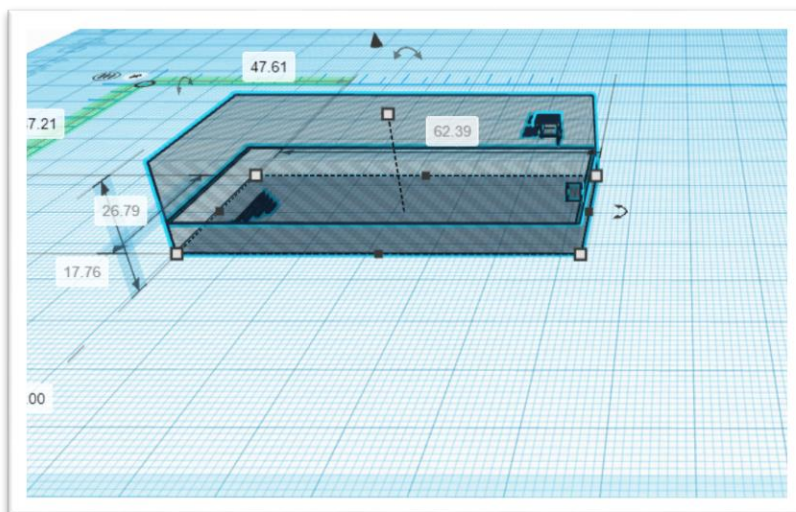
Con un dispositivo móvil o tablets será la última parte del hardware de nuestro dispositivo, mediante este el doctor podrá escuchar los sonidos de corazón provenientes de la auscultación del paciente.

## Diseño del Chasis del Dispositivo

Para el diseño del chasis del dispositivo final utilizamos la plataforma digital TIMCERKAD en la cual plasmamos unas medidas ideales donde entra específicamente todos los componentes a utilizar tales como la protoboard, la batería y el Arduino que son los componentes más grandes, este diseño es práctico y sencillo le permitirá a la persona que lo posea un fácil desplazamiento por su versatilidad. Continuación se mostraran las imágenes con las medidas exactas para el diseño del chasis.



**Figura24. Diseño del Chasis parte Frontal (Fuente: Timcercard)**



**Figura 25. Diseño del Chasis parte Lateral (Fuente: Timcard)**

### **Especificación Técnicas del Chasis**

El chasis del dispositivo como se puede observar en las imágenes anteriores fue diseñado con unas medidas específicas las cuales son las siguientes, de largo tiene 62.39, de profundidad tiene 17.76, de ancho tiene 26.76.

La materia que designamos para la fabricación de nuestro chasis es el plástico polietileno que cuenta con una gran resistencia al choque y la flexión, esta materia tiene un escaso desgaste por uso y tiempo, también cuenta con buenas propiedades de resistencia a condiciones ambientales, a continuación, se presentara una tabla con todas las especificaciones técnicas del chasis.

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Volumen	<b>25.25 cm<sup>3</sup></b>
Masa	<b>32.85 g</b>

Densidad	<b>1.30 g/cm<sup>3</sup></b>
Coeficiente de Fricción	<b>0.35</b>
Restitución	<b>0.60</b>
Resistencia de impacto	<b>53463 DIN kJ/m<sup>2</sup></b>
Dureza de penetración	<b>45/60 Mpa</b>
Módulo de Elasticidad	<b>1000 / 1400 Mpa</b>
Punto de fusión	<b>128 / 133 C</b>
Temperatura Max	<b>120 C</b>
puntual	
Conductividad Térmica	<b>0.35 /0.43 W(km)</b>

**Tabla 2. Especificaciones Técnicas del Diseño del Chasis del Dispositivo.**

## Cronograma de Actividades

54

Actividades /	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE	
SEMANA	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2	4S	1S	2S
ASIGNADA										3S			
<i>Idea de Proyecto</i>													
<i>Planteamiento de problema y pregunta de investigación</i>													
<i>Marco teórico y estado del Arte</i>													
<i>Metodología de la investigación</i>													
<i>investigación sobre Materiales</i>													
<i>Diseño de software y Hardware</i>													



## Conclusión

Desarrollar un Dispositivo médico que su principal intención sea detectar patologías y enfermedades que puede estar en nuestro cuerpo silenciosamente es un proceso que puede conllevar mucho tiempo esfuerzo y dedicación de todo lo anteriormente visto podemos dejar claro de manera objetiva que en el diseño tuvimos que tener en cuenta una serie de puntos muy importantes, antes de construcción de nuestro dispositivo (fonendoscopio digital), para luego ponerlo a funcionar ; con estos pasos podemos obtener mejores resultados en la puesta en marcha del proyecto.

Los métodos de procesamiento de señales nos permiten resaltar las características de estos sonidos, información importante para la identificación de patologías. Las herramientas utilizadas en la interfaz de usuario son convenientes para los expertos que pueden participar activamente en el diseño de la interfaz en proyectos futuros, contribuir a la funcionalidad, el diseño más efectivo y ayudar a la mejor interpretación médica en el diagnóstico temprano de enfermedades cardíacas. Finalmente, está claro que las herramientas digitales disponibles hoy en día simplificarán la electrónica utilizada en el desarrollo de dispositivos médicos o biodispositivos.

## Referencias bibliográficas

1. Campuzano Fernández, C. (2018). Fonendoscopio digital inalámbrico con procesado de señal selectivo.
2. Asensio Delgado, J. M. (2019). Fonendoscopio electrónico: procesado y presentación de señales cardíacas en entorno Android.
3. Cook Del Águila, F., & García Muro, F. M. (2021). Desarrollo de un sistema de estetodigiscopio tal para apoyo en consultas de telemedicina mediante transmisión GSM e internet.
4. Hernández R & Mendoza C.P (2018) metodología de la investigación.
5. Lume Aguilar, D. A., & Mayaute Gutty, J. A. Estetoscopio digital aplicado a la docencia médica. (2017).
6. Redes Dispositivos e Instalación -. (2016, julio 15). vdocuments.mx.
7. Morelo, D. (2023, noviembre 2). Open-source framework for publishing content. NetSpot; Netspotapp software.
8. [https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/imagenes/2010/11/cir\\_fonendo3.jpg](https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/imagenes/2010/11/cir_fonendo3.jpg)
9. Sensor Acústico Módulo Detector Sonidos Micrófono Amplificado MAX9812L. (s/f). VLC. <https://solectroshop.com/>
10. Tello Portillo, J. P. (2016). Introducción a las señales y sistemas. Universidad del Norte.
11. Andreu, J. (2011). Redes inalámbricas (Servicios en red). Editex.
12. 3M, «Littmann Sthetoscopes - Historia del fonendoscopio,» 2018.
13. Ekuore, «Tienda,» 2018.

#### 14. Amazon «Tienda, »