



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIONICA**

**AUTOR: CHISAGUANO CHISIQUINGA, BRAYAN ALFREDO
DIRECTORA: ING. GUERRERO RODRÍGUEZ, LUCÍA ELIANA
LATACUNGA
2021**





**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RESPIRADOR
ARTIFICIAL MEDIANTE ARDUINO PARA PERSONAS CON
PROBLEMAS RESPIRATORIOS”.**



General

- Implementar un prototipo de respirador artificial para personas con problemas respiratorios.

Específicos

- Conocer el funcionamiento de los respiradores artificiales así también los diferentes tipos y aplicaciones.
- Investigar los modos de funcionamiento de los respiradores artificiales ya sea en neonatos, infantes y adultos.
- Desarrollar la respectiva programación en el software arduino para el control del respirador artificial mediante un servomotor.



La Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” a través de la Unidad de Gestión de Tecnologías, forma profesionales de excelencia en conjunto con los docentes, quienes utilizando el conocimiento y experiencia instruyen responsablemente a sus alumnos con bases éticas y profesionales.

Enfocado en la realidad y la inconformidad con el sistema de salud que posee el país y teniendo en cuenta la epidemia que se vive en estos tiempos, se encuentran falencias en el tratamiento y cuidado a pacientes que sufren de problemas respiratorios por lo que es indispensable la utilización de respiradores artificiales.

Por tal motivo, se consideró importante la implementación de un prototipo de respirador artificial de bajo costo para una fácil adquisición y que sea asequible a cualquier persona que lo necesite y así brindar cuidado sin necesidad de acudir a un hospital o de gastar grandes sumas de dinero.



El presente proyecto se realizó en base a los conocimientos adquiridos en la formación académica de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

El desarrollo del proyecto, está basado en la programación de arduino en conjunto con elementos mecánicos y electrónicos que permitieron realizar el control del aire para un adecuado funcionamiento del prototipo de respirador artificial.

Finalmente se desarrolló la implementación del proyecto verificando su funcionamiento y su capacidad de respuesta y una interfaz adecuada para el usuario, y posteriormente utilizarlo en una persona que padezca de algún problema respiratorio.



Sistema Respiratorio

El sistema respiratorio está formado por las estructuras que realizan el intercambio de gases entre la atmósfera y la sangre. El oxígeno (O₂) es introducido dentro del cuerpo para su posterior distribución a los tejidos y el dióxido de carbono (CO₂) producido por el metabolismo celular, es eliminado al exterior. Además, interviene en la regulación del pH corporal, en la protección contra los agentes patógenos y las sustancias irritantes que son inhalados y en la vocalización, ya que al moverse el aire a través de las cuerdas vocales, produce vibraciones que son utilizadas para hablar, cantar, gritar

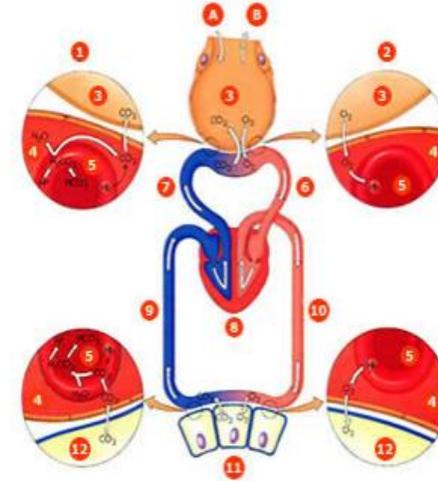


Definición del Proceso de la Respiración

El proceso de intercambio de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂) entre la sangre y la atmósfera, recibe el nombre de respiración externa. El proceso de intercambio de gases entre la sangre de los capilares y las células de los tejidos en donde se localizan esos capilares se llama respiración interna. El proceso de la respiración externa puede dividirse en 4 etapas principales

1. La ventilación pulmonar o intercambio del aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares mediante la inspiración y la espiración.
2. La difusión de gases o paso del oxígeno y del dióxido de carbono desde los alvéolos a la sangre y viceversa
3. El transporte de gases por la sangre y los líquidos corporales hasta llegar a las células y viceversa.
4. La regulación del proceso respiratorio

- A aire inspirado
- B aire expirado
- 1 dióxido de carbono (CO₂)
- 2 oxígeno (O₂)
- 3 alvéolo
- 4 plasma
- 5 hematíe
- 6 vena pulmonar
- 7 arteria pulmonar
- 8 corazón
- 9 venas sistémicas
- 10 arterias sistémicas
- 11 células
- 12 célula tisular



Aunque los movimientos de inspiración y expiración pueden controlarse voluntariamente, la mayor parte del tiempo se regulan de manera automática gracias al centro respiratorio que está ubicado en el bulbo raquídeo del cerebro. El centro respiratorio recibe información procedente de quimiorreceptores situados en diferentes lugares del organismo que son capaces de detectar la concentración de dióxido de carbono y oxígeno. Cuando aumenta la concentración de dióxido de carbono, el centro respiratorio emite órdenes a través del nervio frénico para aumentar la frecuencia de los movimientos respiratorios hasta que se llega a una situación de equilibrio. Cuando se realiza un esfuerzo físico importante, la frecuencia respiratoria aumenta inmediatamente de manera automática en respuesta al déficit de oxígeno. En reposo, en un adulto medio, tienen lugar alrededor de 15 respiraciones por minuto, mientras que situaciones de ejercicio intenso pueden llegar a 60 respiraciones por minuto



Edad	Respiraciones por minuto
Recién nacido	30 - 80
Lactante menor	20 - 40
Lactante menor	20 - 30
Niños de 2 a 4 años	20 - 30
Niños de 6 a 8 años	20 - 25
Adultos	15 - 20



El resucitador manual, conocido también como Ambu por sus siglas en inglés (Airway Mask Bag Unit), es un instrumento médico que se utiliza para ventilar manualmente a pacientes con problemas de respiración o en casos de paro cardiopulmonar. Se trata de un dispositivo esencial de cualquier kit de emergencia para fuera de un hospital (como por ejemplo una ambulancia) y también se utiliza con frecuencia en los hospitales como parte indispensable del equipamiento de un carro de paradas y en las salas de urgencias. El ambu también se utiliza dentro de los hospitales para la ventilación temporal de pacientes dependientes de un ventilador mecánico cuando éste necesita ser examinado por un posible mal funcionamiento, o cuando los pacientes dependientes del ventilador se transportan dentro del hospital.



Implementación del prototipo de respirador artificial

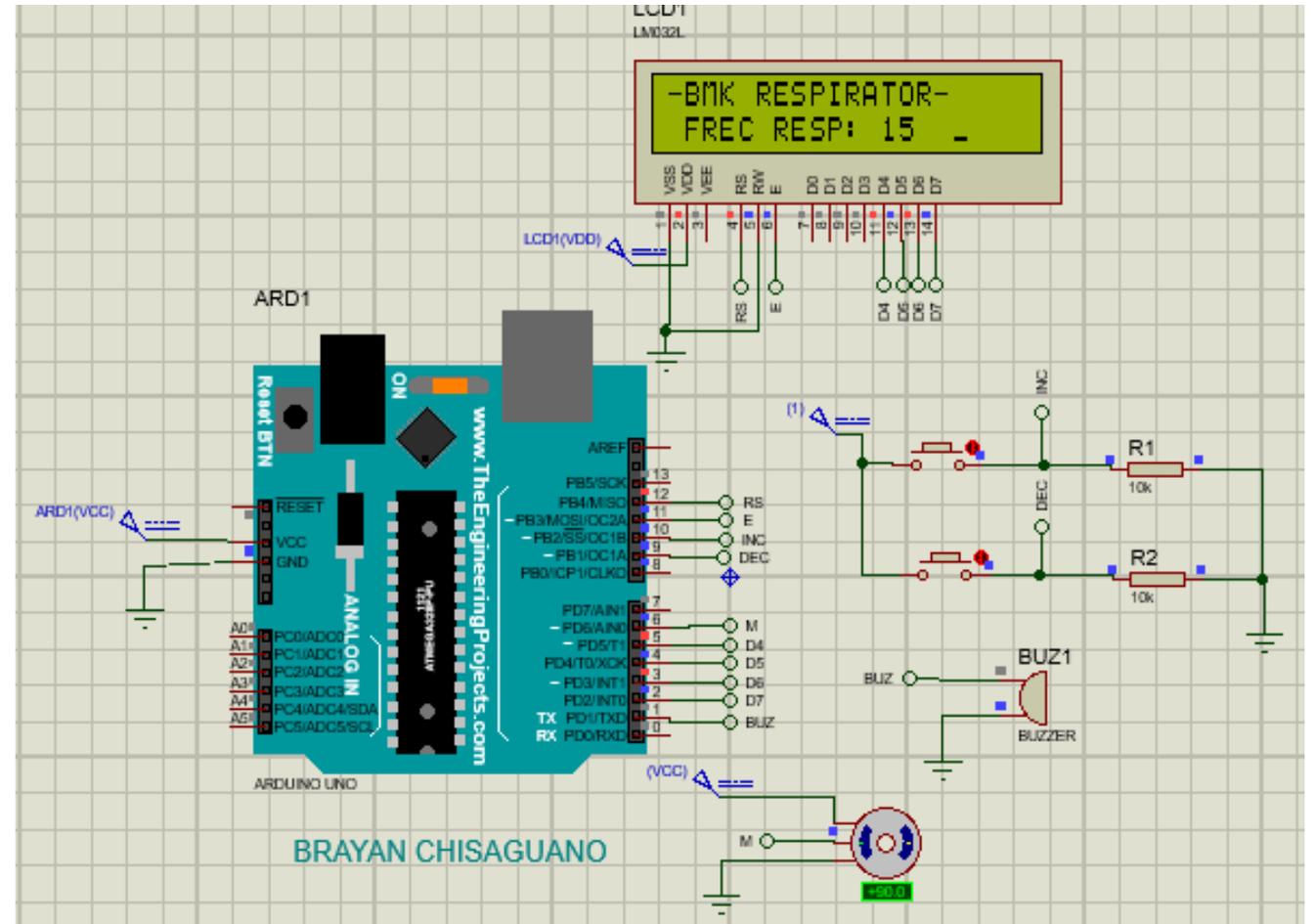
Desarrollo de la Programación:

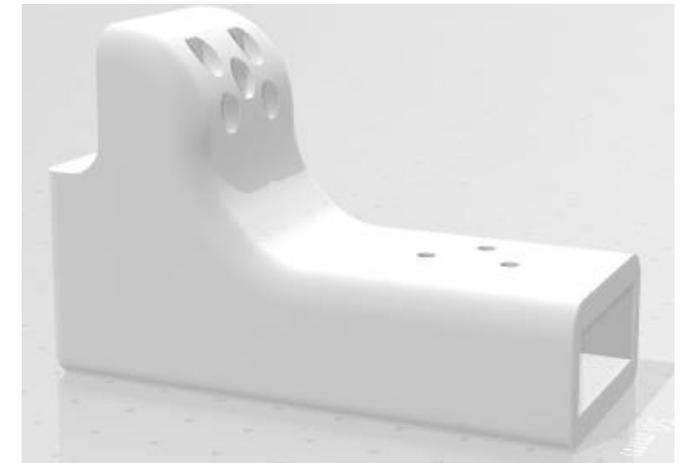
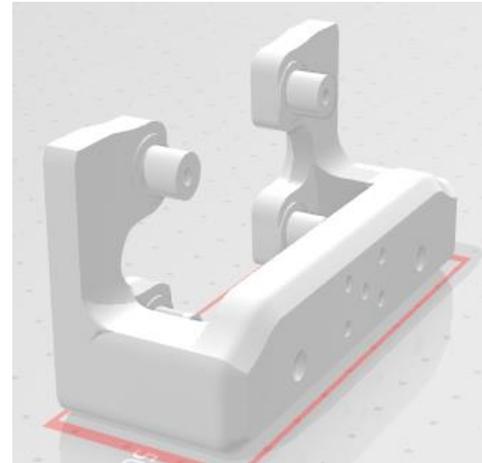
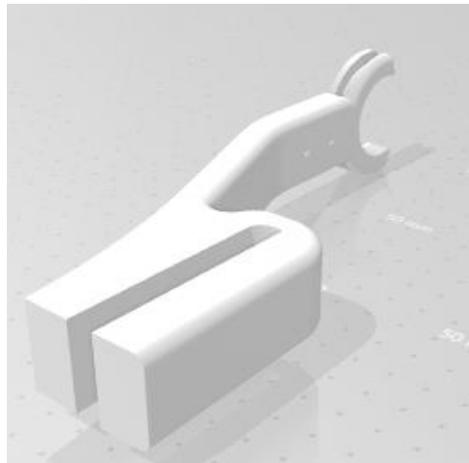
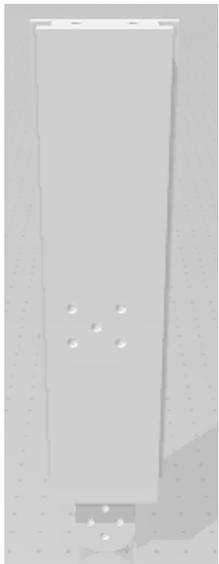
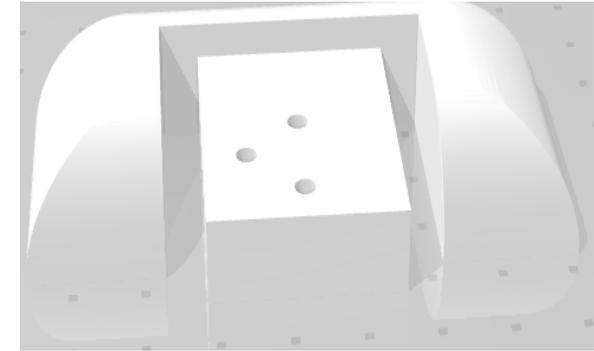
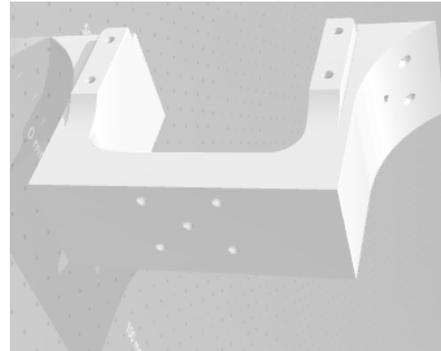
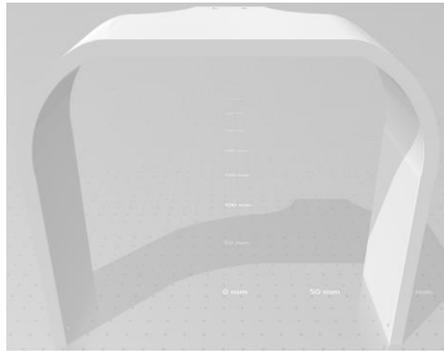
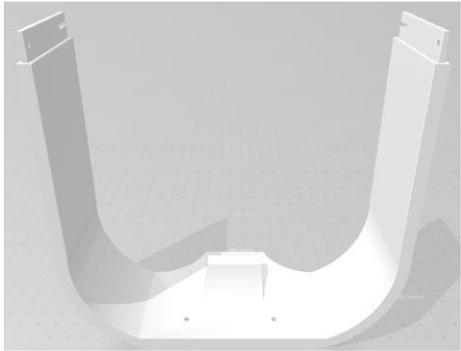
La programación está desarrollada en la plataforma Arduino, este tiene un lenguaje de programación de alto nivel Processing, que significa que es similar al lenguaje C++.



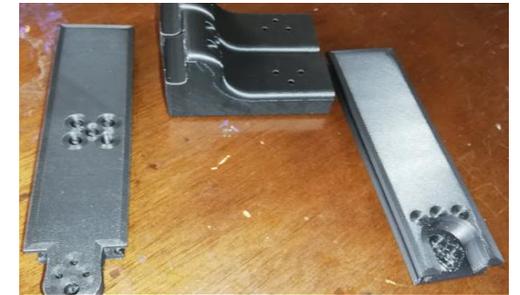
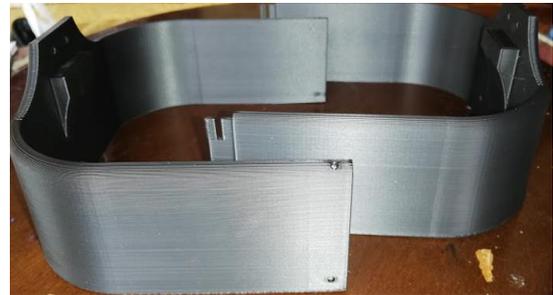
Circuito Electrónico

Antes de implementar el circuito, se procedió a verificar el funcionamiento del respirador artificial, utilizando el software Proteus 8.9.





Finalmente, estas piezas elaboradas en el software Cura se imprimirán en 3D a base del material Pla Premium de color negro mate. Este material es uno de los más utilizados en impresión 3D, debido a que no desprende gases nocivos ya que es muy sencillo imprimir con él y no es imprescindible disponer de base de impresión caliente.



Servomotor Hitec HS-805MG

En cuanto al servomotor, este juega un papel muy importante en el desarrollo del prototipo de respirador artificial ya que de él depende el movimiento y la fuerza de presión que debe ejercer para deformar la bolsa resucitadora y así generar la respiración artificial



HS-805MG MEGA SCALE SERVO

SPECIFICATIONS

	AT 4.8Volt	AT 6.0Volt
Operating Speed	0.19sec / 60°	0.14sec / 60°
Output Torque	19.8kg-cm (275oz-in)	24.7kg-cm (343oz-in)
Weight	197g (6.95oz)	
Size	66 X 30 X 57.6mm (2.59 X 1.18 X 2.26in)	

FEATURES

- Dual Ball Bearings
- Durable Metal Gears
- Heavy Duty Horn & Hardware sets
- Water & Dust Resistance

PARTS & ACCESSORIES

- #57342 : "S" Type Servo Connector
- #56410 : HS-805MG Metal gear set
- #56352 : Servo Case Set
- #56318 : Mega Horn & Hardware Set
- #58473 : Big Ball Bearing

 This servo has a higher current drain (800mAh) than standard size servos. It is highly recommended that you use a separate, high capacity receiver battery (at least 1,200mAh) to operate this servo. If used in conjunction with an electric powered vehicle, do NOT utilize the B.E.C. The excessive power drain may damage the receiver or the Electronic Speed Control.



Debido a la demanda de corriente necesaria para el accionamiento del servomotor se vio en la necesidad de la utilización del adaptador de poder, este tiene una salida de voltaje regulable de 3-24 [V] a 3 [A]. Por lo que lo hace ideal para utilizarlo como fuente de alimentación del servomotor

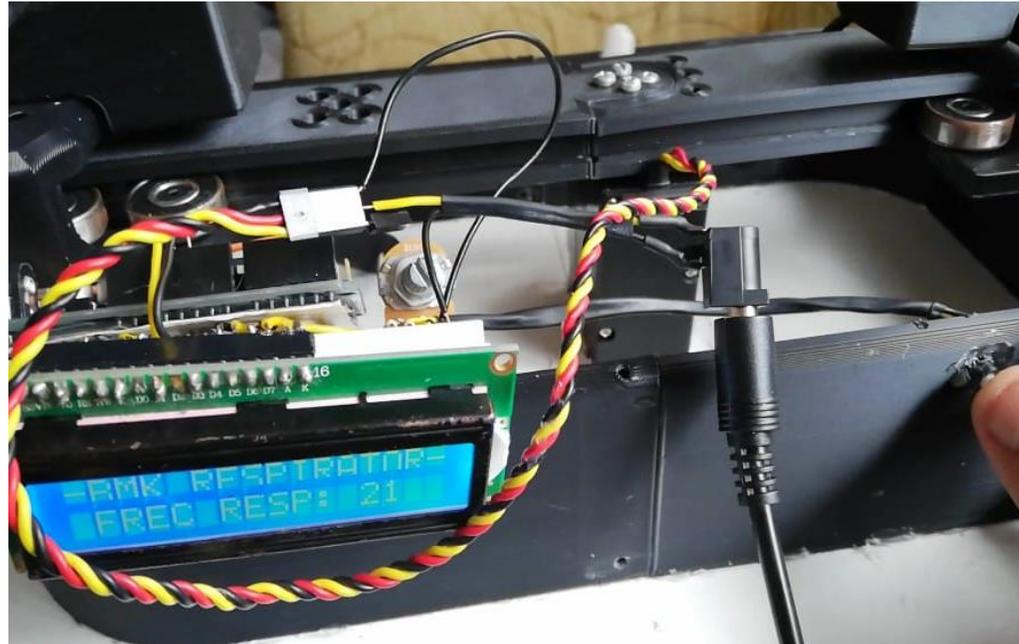


Accionamiento del servomotor. Se procedió a alimentar el arduino y el servo, para la prueba del accionamiento se lo realizó sin carga (bolsa resucitadora) para comprobar si cumple con la función de entregar el correcto movimiento a los carros, como se aprecia en la figura 29. Los movimientos son los adecuados y de la misma forma trabajan los carros.



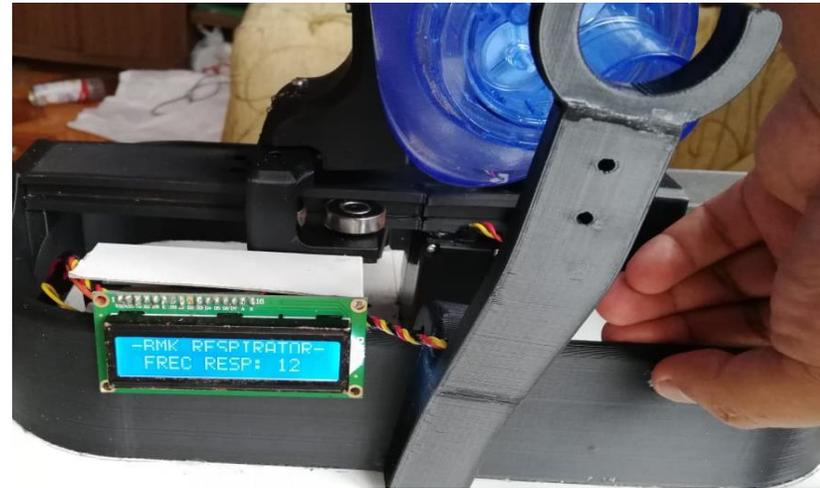
Funcionamiento del circuito

Funcionamiento del circuito. Para el funcionamiento del circuito se procedió a agregar los pulsadores y la respectiva conexión como se puede ver en la figura 30. Donde se verificó que su accionamiento es el adecuado junto con los pulsadores.



Funcionamiento del prototipo.

El prototipo muestra un buen desempeño frente a variaciones de frecuencia de respiración, en la pantalla de cristal líquido se puede observar estas variaciones realizadas por medio de los pulsadores. Se debe tener en cuenta que el botón de la derecha sirve para incrementar la frecuencia de respiración, mientras que el botón de la izquierda para disminuir la misma.



- Se implementó un prototipo de respirador artificial o ventilador mecánico para personas con problemas respiratorios, donde, su estructura y funcionamiento permite la utilización de una bolsa resucitadora manual de látex para simular un pulmón.
- El rango de operación del respirador artificial va desde las 12 respiraciones por minuto hasta las 30 respiraciones por minuto, pudiendo usarse ya sea en niños (20-30 Respiraciones por minuto) o adultos (15-20 Respiraciones por minuto) teniendo en cuenta que la bolsa resucitadora manual es diferente para cada uno.



- El peso del prototipo no supera las 4 [lbs] dando un resultado beneficioso para el usuario ya que es un dispositivo de fácil manejo y traslado, también consta con una pantalla de cristal líquido donde se podrá visualizar la frecuencia de respiración a la que está trabajando el Respirador.
- Para un desempeño más estable del prototipo se energizó con una fuente independiente de corriente continua como es un adaptador AC/DC de 6 [V] a 3 [A].
- Adicionalmente, el costo total del prototipo llega a un aproximado de 400\$, el cual es bastante inferior a los respiradores artificiales portables existente en el mercado cuyos precios van a partir de 1000\$, brindando mayor accesibilidad de adquisición a cualquier persona que lo necesite



- Se recomienda que antes de la utilización del prototipo, el usuario debe ser analizado y evaluado por un médico para que el equipo pueda ser utilizado mediante dichas indicaciones, para evitar sobrepresiones en los pulmones.
- Se debe tener en cuenta que la estructura impresa en 3D a veces puede ser muy frágil en las uniones horizontales del elemento, evitar caídas o golpes en el mismo puesto que de él depende el correcto funcionamiento del prototipo.
- La frecuencia de respiración puede ser modificada mediante los pulsadores de incremento o decremento siempre y cuando ese valor se encuentre dentro del rango de operación (12-30 Respiraciones por minuto).



- En cuanto a la alimentación se recomienda utilizar una fuente externa para el servomotor y realizar una conexión adecuada donde las terminales GND ya sea de la fuente externa y del arduino serán uno solo.
- Se recomienda agregar un espacio adecuado en la estructura para el circuito electrónico donde permita el acceso para realizar modificaciones y reparaciones en el mismo.
- Se recomienda trabajar con distribuidores directos de equipos médicos y electrónicos que facilite la indumentaria necesaria y adecuada para la implementación del prototipo.
- En cuanto a una posible mejora del prototipo se recomienda utilizar un sensor de presión estable y acoplar el mismo a esta programación así aumentando la eficiencia del prototipo e incrementando más parámetros de medición al usuario.





GRACIAS