

Respirador mecánico automatizado construido con PVC, acrílico e impresión 3D

Nicolás Mateo Román Portillo
Tito Manuel Piamba Mamian
Luis Alexander Montaña Rúales



Luis Alexander Montaña Rúales

Resumen

A finales del año 2019 en Wuhan, China, tuvo lugar el inicio de la pandemia de SARS- Cov-2, ocasionando muertes por insuficiencia respiratoria y una alta demanda de fabricación de dispositivos de asistencia para pacientes en cuidados intensivos que presentaban incapacidad para respirar por sí mismos. Los productores de estos equipos médicos aprovecharon la situación de emergencia y necesidad, para elevar sus precios, pero hubo una baja capacidad de fabricación a gran velocidad; por esta razón, diversos profesionales han venido trabajando para el desarrollo de dispositivos respiratorios alternativos que suplan la necesidad que se está viviendo a causa del COVID-19. Debido a la situación, es importante tener en cuenta en la metodología de diseño, que el dispositivo sea de fácil ensamble, económico y con materiales que se pueda encontrar en cualquier lugar.

Palabras clave: respirador, diseño, PVC, 3D, corte laser.

¹ Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, Colombia. E-mail: mateoromanportillo8@gmail.com

² Universidad Mariana, Pasto, Nariño, Colombia. E-mail: tmanuel@umariana.edu.co

³ Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, Colombia. E-mail: luchog61007@hotmail.com

Automated mechanical respirator built with PVC, acrylic and 3d printing

Abstract

At the end of 2019, the SARS-Cov-2 pandemic started in Wuham, China, causing deaths due to respiratory failure and the high demand for the manufacture of these assistive devices for patients in intensive care who are unable to breathe due to themselves. Producers of medical equipment have taken advantage of the emergency and need, to raise their prices, but showing a low capacity to manufacture these devices at high speed. For this reason, professionals have been working for the development of alternative respiratory devices that meet the need that is being experienced because of COVID-19. Due to the situation, it is important to take into account in the design methodology, that the device is easy to assemble, inexpensive and with materials that can be found anywhere.

Keywords: respirator, design, PVC, 3D, laser cut.

Respirador mecânico automatizado construído em PVC, acrílico e impressão 3d

Resumo

No final de 2019, a pandemia de SARS-Cov-2 começou em Wuham, China, causando mortes por insuficiência respiratória e a alta demanda pela fabricação de dispositivos auxiliares para pacientes em terapia intensiva que não conseguem respirar devido a eles mesmos. Os fabricantes de equipamentos médicos aproveitaram a emergência e necessidade, aumentando seus preços, mas com baixa capacidade de fabricar esses dispositivos em alta velocidade. Por esse motivo, os profissionais têm trabalhado no desenvolvimento de dispositivos respiratórios alternativos que atendam às necessidades experimentadas por causa do COVID-19. Devido à situação, é importante levar em conta na metodologia de projeto, que seja um dispositivo fácil de montar, econômico e com materiais que possam ser encontrados em qualquer lugar.

Palavras-chave: respirador, projeto, PVC, 3D, corte à laser.

1. Introducción

El SARS-Cov-2 es un brote epidémico proveniente de la ciudad de Wuham, China, a finales del año 2019, y ha sido el causante de diferentes síntomas como fiebre, tos, disnea, mialgia, fatiga, entre otros, los cuales, si no son tratados, son capaces de producir neumonía, síndromes de respiración aguda, sepsis y choque séptico. Este brote se presenta en el ser humano de forma asintomática o sintomática; asintomática, cuando no causa ningún tipo de malestar en la persona contagiada (Anónimo, 2020). En los primeros meses de conocerse la enfermedad, los estudios realizados a 1099 pacientes afectados, determinaron las principales características obtenidas, donde la fiebre se presentó de un 88 a un 94 %; la tos, con un 67,8 %, y problemas respiratorios, en un 81 % de pacientes (Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, 2020).

A pesar de los mecanismos de prevención optados por los diferentes países, no se ha podido evitar la propagación del virus SARS-Cov-2. Con el transcurrir de los días aumenta el número de contagiados en todo el mundo; Colombia, hasta el presente, supera los 14 939 casos confirmados de personas contagiadas (Argüello, 2020), debido a que los mecanismos de detección en nuestro país no son tan efectivos, lo cual hace que se extienda el tiempo de determinación de todos los posibles casos. En algunas ocasiones, no se trata de pacientes contagiados por el virus, sino que presentan síntomas similares generados por gripas, resfriados o algún tipo de alergia (Sarmiento, 2020). Debido a los colapsos en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) de los distintos países donde está presente el SARS-Cov-2, la demanda de ventiladores mecánicos ha aumentado drásticamente, ya que un alto porcentaje de las personas contagiadas caen en problemas respiratorios, requiriendo así, el uso de estos dispositivos. Muchos de los países, incluyendo los desarrollados, han sido afectados por esta difícil situación, teniendo en cuenta que la falta de tratamiento a los síndromes de respiración aguda es la principal causa de mortalidad por COVID-19 (Ruan, 2020).

La falta de ventiladores mecánicos, principalmente en Italia y España, fue motivo para que ingenieros y diseñadores desarrollaran dispositivos que pudieran ser fabricados en un lapso corto de tiempo, con el fin de presentarse como alternativa para reducir la mortalidad diaria, sabiendo que hasta el momento no existe una cura para el SARS Cov-2 (Sun, 2020).

Cuando en España el número de contagiados que necesitaba asistencia en UCI superó la capacidad que poseían sus hospitales, surgió la propuesta del equipo *Resistencia Team*, el cual creó un prototipo de respirador, cuyos componentes son modelados en 3D y su electrónica es controlada por Arduino, proporcionando oxígeno y controlando el ritmo y profundidad, los cuales son adaptables, dependiendo de la necesidad del paciente (Makarov y Lacort, 2020).

La empresa barcelonesa Protofy.xyz, a mediados del mes de marzo de 2020, presentó su proyecto OxyGEN, un respirador artificial de código abierto, permitiendo que sea replicado por cualquier persona o entidad que posea los conocimientos y los medios para fabricarlo; este proyecto sirvió para el tratamiento de las complicaciones respiratorias generadas por el SARS Cov-2 (Economía Digital, 2020).

Objetivo General: diseñar y construir un prototipo de respirador mecánico de bajo costo a partir de tubería PVC, impresión 3D y corte laser.

Objetivos específicos:

- Revisar el estado del arte del proceso de ventilación mecánica, y los ventiladores mecánicos existentes, con el fin de evaluar y diseñar un prototipo de respirador que cumpla con las especificaciones técnicas y funcionales.
- Diseñar y calcular los elementos del prototipo de respirador mecánico haciendo uso de tubería PVC, impresión 3D y corte laser.
- Construir un prototipo de respirador de bajo costo, que permita ser usado como un ventilador mecánico no invasivo.
- Ejecutar pruebas de funcionamiento y elaboración del manual de uso y mantenimiento/calibración del prototipo de respirador mecánico para su óptima utilización.

2. Desarrollo

Actualmente existen varios diseños de ventiladores mecánicos desarrollados por diferentes personas o entidades, los cuales surgieron a partir de la situación mundial reciente. Estos

ventiladores se encuentran en la web, para que cualquier persona, haciendo uso de herramientas básicas, los pueda construir; sin embargo, algunos de estos diseños conllevan una gran inversión para su respectiva construcción, así como otros, son desarrollados con componentes de difícil acceso en nuestro país, por lo cual se llevó a cabo esta investigación, con el fin de presentarse como una alternativa a la demanda de ventiladores que existe en nuestro departamento de Nariño, sabiendo que no se cuenta con los suficientes equipos ni la infraestructura en UCI, para enfrentar la situación actual (Castillo, 2020).

Luego de una exhaustiva investigación y, a partir de los conocimientos de los autores del presente proyecto, se selecciona y se calcula un mecanismo de cuatro barras, base fundamental para el accionamiento del prototipo de respirador.

Ley de Grashof

La ley de Grashof es sencilla y permite diseñar un mecanismo en el que la manivela requiere de una rotación completa al conectarse un motor en ella; o, de manera contraria, convirtiendo un movimiento oscilatorio en rotatorio. Para cumplir esta ley se requiere que la suma del eslabón más corto y el más largo, sea menor o igual a la suma de los otros dos eslabones; por lo tanto, como parámetro inicial, se tomó las especificaciones y dimensiones de un resucitador manual Ambu para adultos. Haciendo uso del software de diseño mecánico Solidworks, se logró plasmar el diseño del prototipo de respirador, teniendo en cuenta especificaciones de materiales y herramientas para su fácil construcción. Por medio de análisis cinemáticos desarrollados en el modelo 3D, se determina las posiciones máximas y mínimas generadas por el mecanismo del prototipo.

3. Resultados

A partir del diseño CAD (*Computer Aided Design*) del prototipo de respirador desarrollado por los autores, se procede a la respectiva construcción, teniendo en cuenta que se utilizó tubería PVC de 1 in y 1½ in de diámetro, así como piezas impresas en 3D y el corte laser de una lámina de acrílico transparente de 5 mm de espesor.

4. Conclusiones

En el departamento de Nariño, durante la crisis ocasionada por el COVID-19, ha sido evidente la falta y necesidad de realizar proyectos encaminados a la salud e implementación de tecnologías de fácil acceso para su desarrollo e ingenio en diferentes áreas de la ingeniería para su diseño y construcción, las cuales pueden cambiar el curso y resultados positivos en pro de la humanidad. El uso de las capacidades tecnológicas y los conocimientos permiten el desarrollo de investigaciones rigurosas; día a día, muchos profesionales voluntarios ayudan a la disminución de la mortalidad de las personas que han sido afectadas y que requieren de una asistencia respiratoria en lugares recónditos o de escasos recursos y que son olvidados. Este desarrollo de respirador mecánico automatizado se diseñó con base en la ingeniería concurrente para su construcción, haciendo uso de herramientas de fácil acceso y de bajo costo, en comparación de máquinas de respiración asistidas de uso hospitalario.

Referencias

- Anónimo. (23 de marzo de 2020). ¿Cuál es la diferencia entre SARS CoV-2 y COVID-19? *El Financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/salud/cual-es-la-diferencia-entre-sars-cov-2-y-covid-19>
- Argüello, D.C. (16 de mayo de 2020). Colombia rompió record en número de contagiados en un día, 723 casos nuevos. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.co/colombia-rompio-record-en-numero-de-contagiados-en-un-dia-723-casosnuevos/>
- Castillo, A. (2020). Nariño, sin suficientes camas UCI para atender la pandemia. <https://www.las2orillas.co/narino-sin-suficientes-camas-uci-para-atender-la-pandemia/>
- Economía Digital. (2020). Hackers, makers y voluntarios se organizan contra el COVID-19. https://www.economiadigital.es/tecnologia-y-tendencias/hackers-makers-y-voluntarios-se-organizan-para-combatir-el-covid-19_20046498_102.html
- Makarov, A. y Lacort, J. (2020). Arduino e impresoras 3D contra el coronavirus: así se han unido makers de toda España para evitar contagios y salvar vidas. <https://www.xataka.com/medicina-y-salud/arduino-e-impresoras-3d-coronavirus-asi-se-han-unido-makers-toda-espana-para-evitar-contagios-salvar-vidas>
- Ruan, Q. (2020). Clinical predictors of mortality due to COVID-19 based on an analysis of data of 150 patients from Wuhan, China. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7080116/>
- Sarmiento, J.F. (2020). Covid-19 sí tiene síntomas similares a la gripa, pero es mucho más contagiosa. <https://colombiacheck.com/chequeos/covid-19-si-tiene-sintomas-similares-la-gripa-pero-es-mucho-mas-contagiosa>
- Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. (2020). Boletín No. 139. A propósito del Coronavirus- COVID 19 ¿Qué pasa con el sistema cardiovascular? <http://scc.org.co/boletin-no-139/>
- Sun, Q. (18 de 03 de 2020). Lower mortality of COVID-19 by early recognition and intervention: experience from Jiangsu Province. <https://annalsofintensivecare.springeropen.com/articles/10.1186/s13613-020-00650-2>