Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto:

Diseño mecánico del sistema de bombeo y acondicionamiento de gases para un ventilador mecánico no invasivo.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Primera.

Trimestre Lectivo: 21-I.

Datos del Alumno:

Carlos Alejandro Rodríguez Vite 2143033454.

Correo electrónico: carlos_rvite@hotmail.com

Firma: _____

Jorge Meza Torres 210201163.

Correo electrónico: al210201163@azc.uam.mx

Firma: _____

Asesor:

Dr. Francisco Beltrán Carbajal

Categoria: Titular.

Departamento de adscripción: Energia.

Tel. (55) 53189069

fbeltran@azc.uam.mx

Firma: _____

Co-asesor:

M. en C. Iván González Uribe.

Categoria: Asociado.

Departamento de adscripción: Energia.

Tel. (55) 3306-7531

Correo: igu@azc.uam.mx

Firma: _____

Fecha: 13/04/2021

Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Carlos Alejandro Rodríguez Vite _____

Firma

Jorge Meza Torres _____

Firma

Dr. Francisco Beltrán Carbajal _____

Firma

M. en C. Iván González Uribe _____

Firma

1. Introducción

En los últimos años, se ha producido un aumento de las enfermedades respiratorias debido a diversas causas como son los factores ambientales y presencia de nuevos agentes nocivos para la salud como los virus [1]. Cuando la enfermedad respiratoria pasa a ser una condición crítica, es necesario recurrir a dispositivos que intervengan en el proceso de respiración [2]. Estos dispositivos son conocidos como ventiladores mecánicos; su uso consiste en remplazar la función de los pulmones por una ayuda artificial en caso de que el paciente no pueda respirar con facilidad [3]. En la Figura 1 se muestra un ventilador mecánico comercial de marca *AEOMED*

Figura 1.- Ventilador mecánico [3].

El principal inconveniente con estos dispositivos son los altos costos por adquisición en unidades medicas, por lo cual el tener acceso a este dispositivo en la gran mayoría de los casos no es posible. En la actualidad, a más de un año de la pandemia del COVID-19 se han perdido muchas vidas por la falta de estos equipos. Debido a esto, el objetivo propuesto de este trabajo es diseñar un sistema de bombeo de gases medicinales auxiliar en el tratamiento de enfermedades respiratorias. Este sistema contará con un sistema de combinación de gases medicinales (aire purificado y oxígeno medicinal). Adicionalmente, se implementara un dispositivo que permita ingresar el aire al paciente y extraerlo una vez terminado el proceso de respiración e incluirá un sistema de monitoreo de la condición física del paciente midiendo el nivel de oxigenación en la sangre. Esto permitirá suplir las carencias de equipo especializado en el sector salud para tratamiento pacientes en condición crítica causada por alguna enfermedad respiratoria.

2. Antecedentes

En 2017 la empresa *AEOMED* [3], Diseñó un ventilador mecánico para el público Adulto, Pediátrico y Neonatal el cual ofrece una óptima sincronización entre el paciente y el ventilador, incrementa la comodidad del usuario y brinda un sistema de compensación de fuga único que mantiene un control preciso en el volumen tidal en cada respiro entregado al paciente. De esta propuesta se analizará el sistema de distribución y compensación de gases que se entrega al paciente de manera que se pueda mejorar el sistema propuesto.

En el año 2020 la empresa Medtronic, diseño el ventilador modelo Puritan Bennett 560 (PB 560) [5], que brinda soporte a las vías respiratorias tanto para adultos como para niños. Este dispositivo es compacto y cuenta con una interfaz sencilla que permite monitorear la cantidad de oxígeno en el cuerpo. Se puede utilizar en entornos clínicos y en el hogar y proporciona soporte respiratorio móvil. De este equipo se analizará el sistema de interfaz y los dispositivos de manera que pueda ser equiparable en tamaño y funcionalidad.

En enero de 2021 [6], se publicó un artículo donde se evaluaba el diseño de un ventilador mecánico, el cual está compuesto por un circuito de ventilación mecánica convencional, la válvula de salida anti retorno del resucitador manual y el conector universal de una válvula PEEP marca Spencer modelo EVX 32. Este estudio permitió determinar que los componentes que intervienen en el ventilador mecánico proporcionan condiciones optimas de filtrado y suministro de aire. Esta parte servirá para analizar los componentes de manera que el diseño a proponer competir con la funcionalidad de esta investigación.

3. Justificación

En la actualidad, México se encuentra en una situación histórica originada por la contingencia de la pandemia COVID-19. Debido a esto, la principal desventaja que se presenta en el sector salud es la falta de equipos que permitan auxiliar la respiración a pacientes con esta enfermedad ocasionando una gran cantidad de decesos a lo largo de un año. Por lo cual, el objetivo de este proyecto es diseñar un sistema de bombeo de gases medicinales, auxiliar en el tratamiento de enfermedades respiratorias. El dispisitivo estará conformado por un sistema de combinación de gases medicinales (aire purificado y Oxígeno medicinal). Adicionalmente, se implementara un dispositivo que permita ingresar el aire al paciente y extraerlo una vez terminado el proceso de respiración además se incluirá un sistema de monitoreo de la condición física del paciente midiendo el nivel de oxigenación en la sangre. Esto permitirá suplir las carencias de equipo especializado en el sector salud para tratamiento pacientes en condición crítica causada por alguna enfermedad respiratoria.

4. Objetivos

Objetivo general.

Diseñar un sistema mecánico de bombeo de gases medicinales de caudal variable entre 20 y 120 l/min.

Objetivos particulares.

Diseñar un sistema de combinación de oxígeno y aire purificado.

Diseñar un sistema mecánico que permita realizar el proceso de inspiración e espiración de aire en los pacientes.

Incorporar un sistema de monitoreo y alerta de condición física en la saturación de oxígeno del paciente.

Validar el diseño mecánico, así como la combinación de gases medicinales, mediante simulación numérica

5. Metodología

La primer fase consiste en recopilación de información, se realizará una extensa busqueda de los avances que han surgido hasta la fecha, así como también los dispisitivos que se encuentran actualmente en el mercado. De la información recopilada se tomará los datos técnicos de operació y demensiones de los equipos, lo cual servirá como referencia para el dispisitivo que se desea diseñar.

Una vez completada la fase de busqueda se espera tener un equipo auxiliar para bombeo de gases medicinales cuyas dimensiones maximas en el largo, ancho y alto serán 30 cm de manera que sea compacto el dispositivo, contara con válvulas direccionales, un sistema de sensado y dispositivos de combinación y separación de gases durante el proceso de respiración. El sistema diseñado deberá suministrar gas medicinal (oxígeno y aire purificado) con un caudal entre 20 y 120 l/min, este mismo aire podrá ser regulado a presiones entre 5 y 60 cm de H2O y permitirá regular los porcentajes de combinación de oxígeno entre el 21 al 100%. La frecuencia respiratoria de los pacientes depende de la condición fisica pulmonar la cual puede variar entre 12 y 24 rmp de manera que el equipo pueda configurarse para estas condiciones.

Para concluir se validarán los resultados obtenidos en las etapas de diseño mediante simulación. El proceso de validación se realizará de manera transversal durante la vida del proyecto hasta que se tenga un diseño final válido.

6. Normatividad.

La Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA3-2013, para la organización y funcionamiento de las unidades de cuidados intensivos, establece que toda UCI adultos debe contar con un ventilador mecánico de presión y de volumen, en cantidad suficiente para cubrir las necesidades del servicio, y un ventilador de transporte [8]. De esta parte se toman en consideración las características de presión y volumen que se deben considerar en el diseño de ventiladores mecánicos.

ISO 80601 -2-69:2014: específica los requisitos para la seguridad básica y el rendimiento esencial de un concentrador de oxígeno en combinación con sus accesorios, en lo sucesivo denominados equipos ME, destinados a aumentar la concentración de oxígeno del gas destinado a ser entregado a un solo paciente [9]. De esta parte se analizá las concentraciones de oxígeno que se debe suministrar al paciente y aplicarlo a este diseño.

ISO 13485: 2003**:** especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad en el que una organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar dispositivos médicos y servicios relacionados que cumplan de manera constante los requisitos del cliente y los requisitos

reglamentarios aplicables a los dispositivos médicos y servicios relacionados [10]. Se analizara las características que el producto debe contar para ser ofrecido al mercado.

7. Cronograma de Actividades.

UEA para la que se solicita autorización:

Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.	X
Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II.	X

	Actividades del trimestre 21-P	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	Buscar información bibliográfica de antecedentes												
2	Calcular los flujos teóricos y longitudes totáles del sistema de transporte de gases												
3	Diseñar el sistema de impulsión para los gases con base en los calculos teóricos												
4	Diseñar carcasa protectora de los componentes												
5	Evaluar el comportamiento y resistencia mecánica de los materiales empleados												

	Actividades del trimestre 21-O	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	Realizar ensamble funcional de componentes en software												
2	Seleccionar los sensores adecuados para el monitoreo del paciente												
3	Programar el sistema de sensado y alarma												
4	Validar resultados mediante simulación												
5	Elaborar y entregar reporte final												

8. Entregables.

Reporte final

Planos mecánicos

Cotizacion y lista de materiales adicionales al diseño

9. Referencias bibliográficas.

[1] Ardusso, L. R., Neffen, H. E., Fernández Caldas, E., Saranz, R. J., Parisi, C. A. Tolcachier, A. & Marino, 2019, "Intervención ambiental en las enfermedades respiratorias", Medicina **79**(2), pp. 123-136.

[2] Alcívar Hernández, R. G., 2014, "Analizar la eficacia de la ventilación mecánica en pacientes adultos con insuficiencia respiratoria aguda", Doctoral dissertation, Univeridad de Guayaquil

[3] "Ventilador mecánico VG70, de Import Medical Supplies" [Online].Desde: https://www.catalogodelasalud.com/ficha-producto/Ventilador-mecanico-vg70-adulto,-pediatrico-y-neonatal+128865. Fecha de consulta: 16/05/2021

[4] Gutiérrez Muñoz, F., 2011, "Ventilación mecánica", Acta medica Peruana, **28**(2), pp. 57-104.

[5] Heredia, O., Chunga, X., De La Cruz, L., and Zimic, M., 2021, Diseño y evaluación de un ventilador mecánico.

[6] Vázquez-de Anda, G. F., Ruíz-de Chávez, M., Pérez-Castañeda, A. I., Vázquez-Moreno, P., Dávila-Fernández, J. C., & Delaye-Aguilar, M. G., 2020, "El ventilador mecánico como recurso divisible ante la pandemia de COVID-19", Gaceta Medica Mexicana, 156, pp. 306-310.

[7] Diario Oficial de la Federación, 2013, extraido de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5314307&fecha=17/09/2013. Fecha de consulta: 16/05/2021

[8] Diario Oficial de la Federación, 2013, extraido de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5314307&fecha=17/09/2013

[9] [Medical electrical equipment — Part 2-69: Particular requirements for basic safety and essential performance of oxygen concentrator equipment" ISO, [En línea]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/59978.html.Fecha de consulta: 16/05/2021

[10] ISO 13485:2003 Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes", ISO, [En línea]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/36786.html#:~:text=Abstract,medical%20devices%20and%20related%20services. Fecha de consulta: 16/05/2021

10. Terminología.

11. Infraestructura.

No Aplica.

12. Asesoría complementaria.

No Aplica.

13. Publicación o difusión de resultados.

XXX International Materials Research Congress 2022