

Desarrollo de un prototipo de una bomba peristáltica de bajo costo capaz de desplazar fluidos en ambos sentidos para diversas aplicaciones

Omar Flores Altamirano, 10° semestre de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica¹; Luis Samuel Furlong Contreras, 10° semestre de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica²; Andrea Melina Reynoso Tapia 10° semestre de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica³

¹Universidad Iberoamericana Puebla, México, omaro95@hotmail.com; ²Universidad Iberoamericana Puebla, México, luis_furlong@hotmail.com; ³Universidad Iberoamericana Puebla, México, melina.rt@outlook.com

Abstract

Una bomba peristáltica es un tipo de bomba hidráulica que se utiliza para desplazar una variedad de fluidos, dichas bombas son típicamente usadas cuando se emplean fluidos limpios o estériles ya que el mecanismo de la bomba no los contamina al desplazarlos. Algunas aplicaciones comunes que se le da a este tipo de bombas incluyen bombear productos químicos agresivos, mezclas altas en sólidos y otros materiales donde el aislamiento del producto del ambiente, así como el ambiente en el que se maneja producto, son críticos o peligrosos para las personas [1]. Actualmente existen en el mercado este tipo de bombas a la venta con diferentes aplicaciones tanto industriales como de laboratorios, el principal problema de estas bombas es que su costo es elevado ya que una bomba de estas de laboratorio puede llegar a costar arriba de 8,000 MXM y una de uso industrial puede llegar a costar 20,000 MXM o más dependiendo de sus características [2]. Por lo anterior se desarrolló un prototipo de Bomba Peristáltica con un costo total de \$1750 MXM, un 70% más económica que la más barata en el mercado con características similares.

Palabras clave:

Bomba, Peristasis, Equipo de Bajo Costo, Ambientes peligrosos, fluidos especiales, Laboratorio

Introducción

Actualmente en los ámbitos industriales y médicos, se utilizan bombas peristálticas para mover fluidos limpios o estériles, para evitar que la bomba contamine el líquido, o para bombear fluidos agresivos que podrían dañar la bomba.

Las bombas peristálticas son típicamente usadas para bombear fluidos limpios o estériles porque la bomba no puede contaminar el líquido, o para bombear fluidos agresivos porque el fluido no puede contaminar la bomba. Algunas aplicaciones comunes incluyen bombear productos químicos agresivos, mezclas altas en sólidos y otros materiales donde el aislamiento del producto del ambiente, y el ambiente del producto, son críticos. [3]

El fluido es contenido dentro de un tubo flexible empotrado dentro de una cubierta circular de la bomba (aunque se han hecho bombas peristálticas lineales). [4] Un rotor con un número de 'rodillos', 'zapatas' o 'limpiadores' unidos a la circunferencia externa comprimen el tubo flexible. Mientras que el rotor da vuelta, la parte del tubo bajo compresión se cierra forzando, de esta manera, el fluido a ser bombeado para moverse a través del tubo. Adicionalmente, mientras el tubo se vuelve a abrir a su estado natural después del paso de la leva ('restitución'), el flujo del fluido es inducido a la bomba. Este proceso es llamado peristalsis y es usado en muchos sistemas biológicos como el aparato digestivo. [4]

Existe una gran variedad de bombas peristálticas en el mercado con diferentes características ya sea de presión y resistencia para diferentes usos industriales o para laboratorios, los precios suelen ser excesivos dependiendo de las características deseadas en el producto, por lo cual no cualquier persona puede tener acceso a las bombas peristálticas.

Objetivo general

Disñar y construir una bomba peristáltica a un bajo costo, que sirva para bombear distintos fluidos bidireccionalmente.

Objetivos específicos

- Investigar los tipos de bombas peristálticas que existen.
- Diseñar una bomba peristáltica.
- Construir una bomba peristáltica.
- Hacer pruebas de fluidez y dirección de la bomba.
- Documentar la investigación y la metodología realizada.

Justificación

Para el periodo que comprende el semestre en curso, se optó por diseñar y desarrollar una bomba peristáltica de bajo costo que sea capaz de bombear una determinada cantidad de líquido de manera bidireccional. La bomba peristáltica tendrá un costo mucho menor a las bombas peristálticas industriales que bombean líquidos en ambas direcciones y podrá tener distintas aplicaciones prácticas.

Una bomba de peristáltica de laboratorio puede llegar a costar arriba de 8,000 MXM (menor presión de descarga) y una de uso industrial puede llegar a costar arriba de 20,000 MXM (mayor presión de descarga) o más dependiendo de sus características [2].

La bomba peristáltica que se construirá se podrá utilizar para bombear líquidos tanto limpios como agresivos, que no deben entrar en contacto con el medio ambiente. La bomba peristáltica que se realizará en este proyecto tendrá un costo mucho menor a la bomba industrial más barata en el mercado y con características similares a la de una bomba peristáltica industrial.

Alcances

Este proyecto abarcará hasta la construcción de un primer prototipo de una bomba peristáltica la cual bombeará un líquido de manera bidireccional con el uso de tres botones, izquierda, derecha, pausa, así el usuario sabrá hacia qué dirección se dirige el fluido y un potenciómetro que será usado para controlar la velocidad de bombeo.

Limitaciones

Debido a la complejidad del proyecto es probable que se tengan que hacer adaptaciones si no se consiguen los circuitos necesarios para su funcionamiento, de igual manera los costos se podrían elevar.

Marco teórico

Bomba peristáltica - Una bomba peristáltica es un tipo de bomba hidráulica de desplazamiento positivo usada para bombear una variedad de fluidos. El fluido es contenido dentro de un tubo flexible empotrado dentro de una cubierta circular de la bomba. Un rotor con un número de 'rodillos', 'zapatas' o 'limpiadores' unidos a la circunferencia externa comprimen el tubo flexible. Mientras que el rotor da vuelta, la parte del tubo bajo compresión se cierra (o se ocluye) forzando, de esta manera, el fluido a ser bombeado para moverse a través del tubo. Adicionalmente, mientras el tubo se vuelve a abrir a su estado natural después del paso de la leva ('restitución'), el flujo

del fluido es inducido a la bomba. Este proceso es llamado perístasis y es usado en muchos sistemas biológicos como el aparato digestivo. [1]

¿Cómo funcionan las bombas peristálticas?

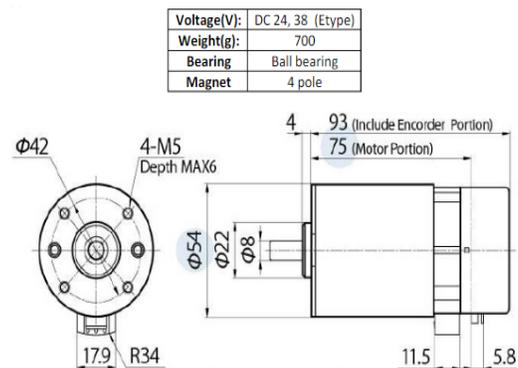
1. La bomba peristáltica se basa en alternar la compresión o relajación de la manga o tubo que conduce los contenidos a la manga o tubo, de modo similar a nuestra garganta o intestinos.
2. Una zapata rotatoria o rodillo pasa a lo largo de la manguera o tubo, creando por compresión un sello entre el lado de succión y descarga de la bomba, eliminando la fuga del producto.
3. Tras restablecer la manga o tubo, se genera un fuerte vacío que conduce el producto al interior de la bomba.
4. El medio a ser bombeado no entra en contacto con parte móvil alguna y se encuentra totalmente contenido dentro de una robusta manga o un tubo extruido de precisión. [5]

Características y beneficios de bombas peristálticas - Las bombas peristálticas proporcionan excelentes soluciones de bombeo para soluciones de problemas especialmente cuando el producto que se bombea es particularmente abrasivo, corrosivo o viscoso. La ausencia de válvulas, sellos y prensaestopas hace que el mantenimiento de estas bombas sea económico; el único artículo para mantenimiento es la manguera o el tubo. [6]

Metodología

1 Elección de motor

En este punto se seleccionó un motor que fuera apto para la aplicación que se le va a dar a la bomba, a continuación, se presentan las características del motor seleccionado:



Modelo de motor	A máxima eficiencia					Sin Carga		Arranque	
	Torque (mN*m)	Velocidad (rpm)	Corriente (A)	Potencia (W)	Eficiencia (%)	Velocidad (rpm)	Corriente (A)	Torque (mN*m)	Corriente (A)
NF5475E	74.83	4162	1.256	32.62	68.3	4884	0.218	506.57	7.246

Figura 1. Diagrama esquemático del motor

2 Diseño del mecanismo

En este punto se hizo el diseño del mecanismo de la bomba peristáltica, haciendo uso de un software CAD, CATIA, adaptando las medidas del motor.

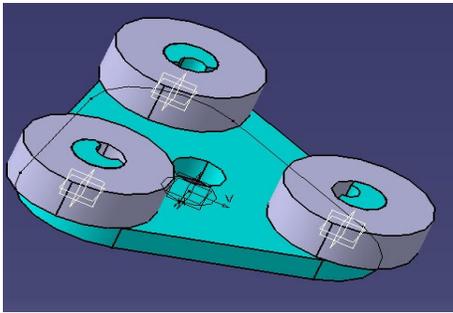


Figura 2. Modelo 3D del mecanismo de la bomba peristáltica.

3 Control del giro y la velocidad del motor

En este punto se diseñó un circuito y se desarrolló la programación que permitiera que se pudiera cambiar el sentido de giro del motor y variar la velocidad del motor.

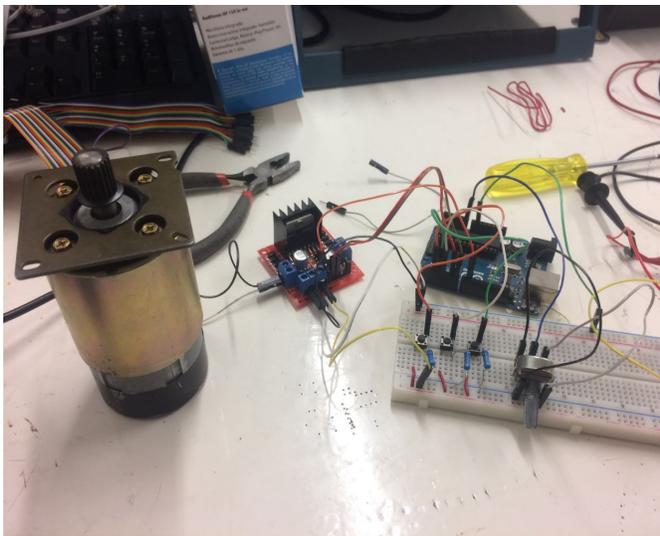


Figura 3. Control del giro del motor.

4 Control del sistema

En este punto se mejoró el circuito y la programación previamente hecha para que todos los componentes del sistema de control de la bomba, los cuales trabajaran con una misma fuente de alimentación de voltaje y se le añadieron botones de izquierda, derecha, pausa, los cuales permiten seleccionar la acción que realizara la bomba y a la vez un potenciómetro para controlar la velocidad de la bomba.

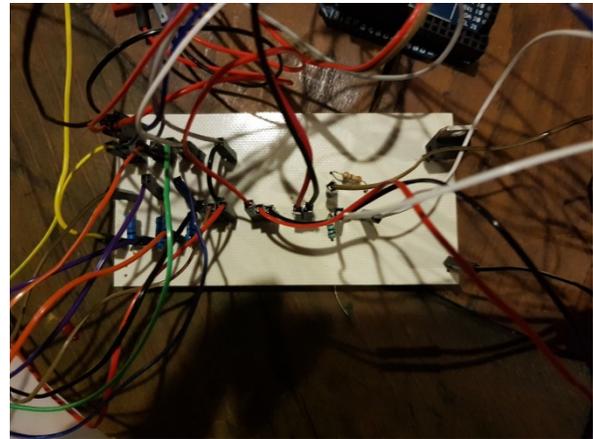


Figura 4. Circuito del motor.

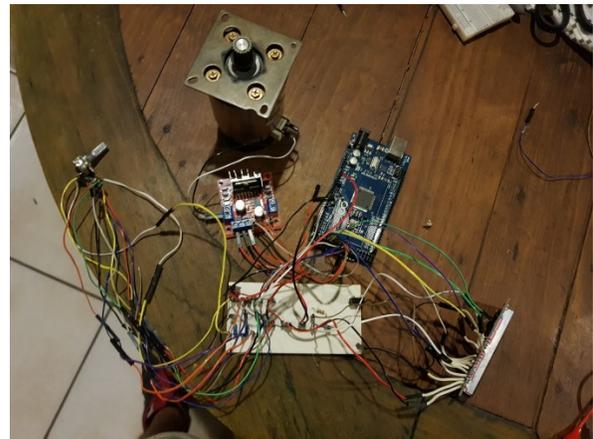


Figura 5. Motor con botones y potenciómetro.

5 Diseño de la bomba peristáltica

En este punto se realizó el diseño del mecanismo final de la bomba peristáltica y su case con la ayuda del software CAD, CATIA.

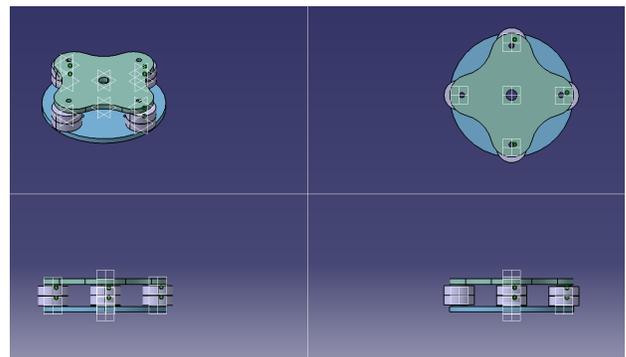


Figura 6. Diseño en 3D del mecanismo de la bomba peristáltica.

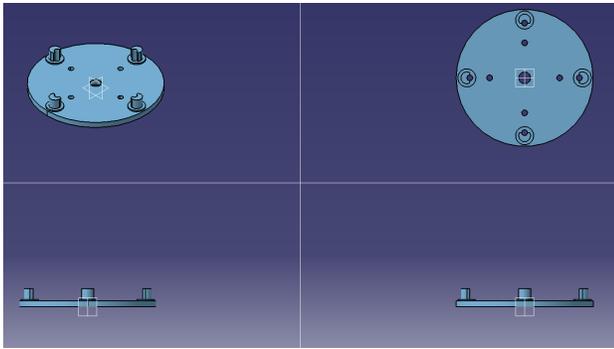


Figura 7. Vista inferior del diseño del mecanismo de la bomba peristáltica.

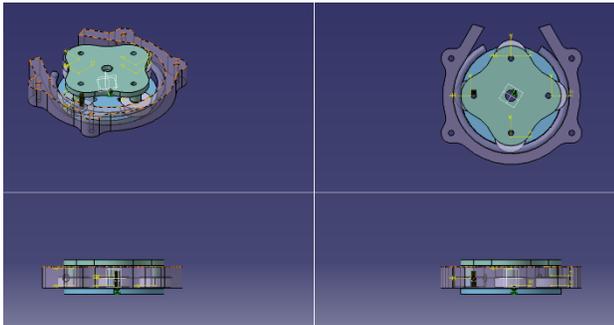


Figura 8. Mecanismo completo de la bomba peristáltica.

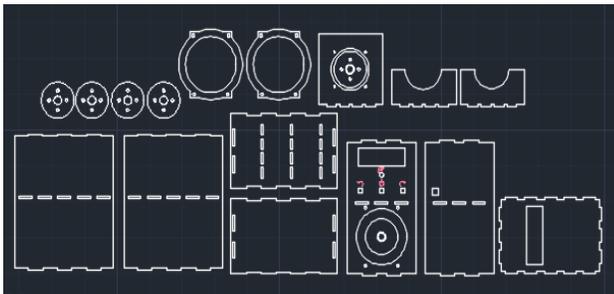


Figura 9. Case de la bomba peristáltica en CATIA.

6. Montaje del motor, mecanismo y case de la bomba peristáltica

En este punto se hizo el montaje del motor con el mecanismo, una vez que se montó y se probó su funcionamiento se procedió a ensamblar las partes del case que forman la bomba peristáltica.



Figura 9. Case de la bomba peristáltica

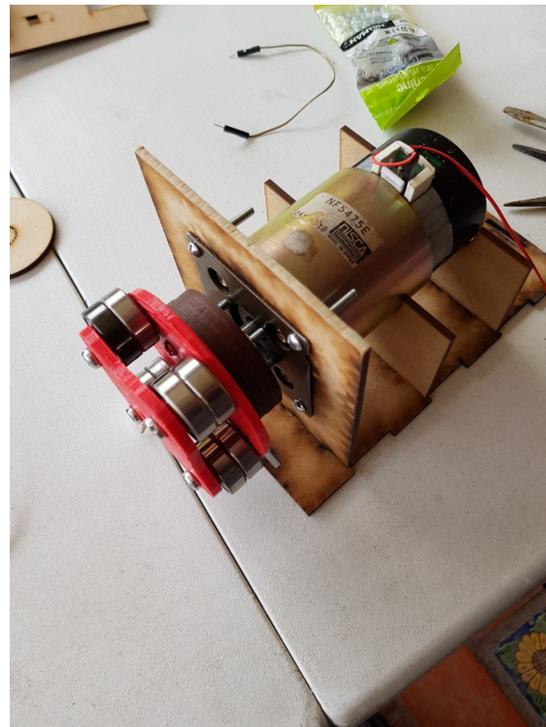


Figura 10. Montaje del motor con el mecanismo

Resultados y discusión

El costo de construcción del prototipo de bomba peristáltica y sus características son los siguientes:

<i>Elemento</i>	<i>Costo</i>
Impresión 3D	\$ 300.00
Corte Laser	\$ 50.00
Otros(Materiales Construcción)	\$ 80.00
Motor	\$ 500.00
Circuito	\$ 520.00
Fuente de alimentación	\$ 300.00
Total	\$ 1,750.00

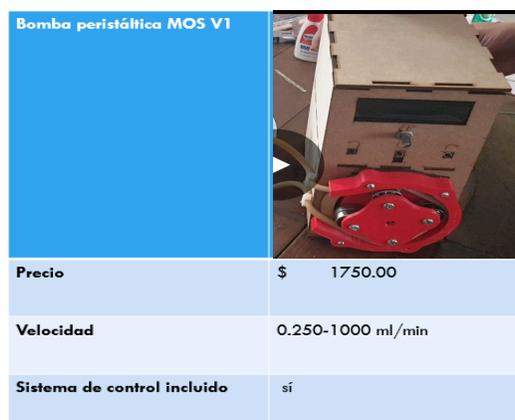


Figura 11. Bomba Peristáltica MOS V1.

El tipo de motor elegido para el proyecto fue el adecuado para poder tener el torque necesario y así poder desplazar el líquido bidireccionalmente, las dimensiones consideradas para el diseño de la bomba peristáltica fueron las adecuadas para el tipo de motor que se usó, al igual que la programación usada para el funcionamiento de los botones de control: izquierda, derecha y pausa y el control de la velocidad, así como el diseño del mecanismo el cual permitió exitosamente producir la perístasis para poder desplazar los líquidos.

Conclusiones

Se pudo diseñar y construir una bomba peristáltica de bajo costo satisfactoriamente, la cual cuenta con características similares a las de una bomba peristáltica comerciales, esta es capaz desplazar el líquido bidireccionalmente e incluye botones de control: izquierda, derecha y pausa, los cuales permiten seleccionar la dirección hacia donde se desplazará el líquido y además se puede variar la velocidad de desplazamiento de los fluidos.

El costo aproximado del prototipo de la bomba peristáltica fue de 1750 MXM, cabe señalar que este costo podría disminuir si se produce en masa y se mandan a imprimir los circuitos de la bomba, el costo de producción es de 5 a 10 veces menor que las bombas peristálticas existentes en el mercado, la cual cuenta con características similares a la de nuestro prototipo.

Recomendaciones

Se sugiere un mantenimiento precautorio de la manguera aproximadamente cada 6 meses, la cual puede ser remplazada con facilidad y su costo no pasa de los 25 MXM, por otra parte, se puede mejorar el diseño del case de la bomba para que se vea más estética, además se puede añadir una pantalla que muestre el estado en el que se encuentra la bomba, dando como resultado que se puedan producir dos tipos de bomba una con pantalla que sirva con interfaz y otra sin pantalla que sea un modelo más sencillo pero funcional.

Referencias

- [1] U. A. d. C. Rica, «CLASIFICACIÓN DE BOMBAS,» 12 03 2004. [En línea]. Available: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/10/tipos-de-bombas.pdf>. [Último acceso: 03 04 2018].
- [2] Laboteca, «Tienda en línea de equipos, reactivos y materiales para laboratorios,» 23 03 2018. [En línea]. Available: <https://www.laboteca.com.mx/search?q=peristaltica>. [Último acceso: 22 04 2018].
- [3] Hidroben, «Bombas, válvulas y recambios,» 12 09 2015. [En línea]. Available: http://www.bombashidroben.es/paginas/bombas_peristalticas. [Último acceso: 01 02 2018].
- [4] Equipos y Laboratorio, «Equipos y Laboratorio,» 10 04 2018. [En línea]. Available: https://www.equipsylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=10489. [Último acceso: 20 02 2018].
- [5] Verdeflex, «¿Cómo funcionan las bombas peristálticas de dosificación?,» Verdeflex, 2017. [En línea]. Available: <https://www.verderflex.com/es/como-funcionan-las-bombas-peristalticas-de-dosificacion/>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [6] VERDERFLEX, «Características y beneficios de bombas peristálticas,» Verder International B.V., 15 02 2016. [En línea]. Available: <https://www.verderflex.com/es/caracter%C3%ADsticas-y-beneficios/>. [Último acceso: 12 03 2018].
- [7] Bombas peristálticas, «ProMinent,» 03 09 2017. [En línea]. Available: <https://www.prominent.com.mx/es/Productos/Productos/Bombas-perist%C3%A1lticas/pg-peristaltic-pumps.html>. [Último acceso: 13 04 2018].

