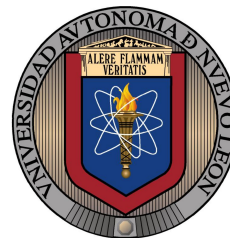




Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

UANL

MECATRÓNICA



Laboratorio de Biomecánica

Grupo:109

Diseño de un Marco de Bicicleta Practica 2

FECHA DE ENTREGA: 19-09-2022

Profesor:

Yadira Moreno Vera

Alumno:

Rogelio Leija Escalante

Luis Ángel Estrada Hernández

Brayan Alexis Espinosa Ramírez

Ricardo González Sepúlveda

Emmanuel Rangel Campos

Índice

1. Introducción	4
2. Objetivos	4
2.1. General	4
2.2. Específicos	5
3. Justificación	5
4. Estado del Arte	5
4.1. Historia	5
4.2. Tipos de Bicicleta	6
4.3. Marco	6
4.4. Geometría del Marco	6
4.5. Optimización Topológica.	7
4.6. Optimización topológica para estructuras discretas	7
4.7. Optimización topológica para estructuras continuas	7
5. Desarrollo	8
6. Conclusiones	11

EQUIPO 2 - 18 DE SEPTIEMBRE DE 2022 A - 23:24

Índice de figuras

1.	<i>Ejemplo de bicicleta</i>	5
2.	<i>Geometría de un Marco de Bicicleta</i>	6
3.	<i>Optimización Topológica</i>	7
4.	<i>Representación de optimización topológica con elementos discretos.</i>	7
5.	<i>Representación de optimización topológica con elementos continuos.</i>	8
6.	Geometría del Marco	8
7.	Extrusión de Geometría Inicial	8
8.	Extrusiones de corte	8
9.	Extrusion de corte de orifico delantero	8
10.	Extrusion de corte de orifico delantero	9
11.	Vista Isometrica	9
12.	Extrusión saliente de base de asiento	9
13.	Aplicación de material Aluminio 1060	9
14.	Propiedades Físicas del marco	9
15.	Sujeciones y aplicación de Fuerzas	9
16.	Inicio de Estudio Topológico	9
17.	E. Topológico Masa del Material 1	9
18.	E. Topológico Masa del Material 2	10
19.	Resultado Vista Isometrica	10
20.	Resultado Vista Frontal	10
21.	Resultado Vista Superior	10
22.	Resultado Vista Derecha	10

EQUIPO 2 - 18 DE SEPTIEMBRE DE 2022-A-23:24

Resumen

En la presente practica se hace el diseño de un marco de una bicicleta a través del análisis topológico, para el cual se desea aligerar la masa de este, para la optimización de la energía requerida para el movimiento de la bicicleta que lo usara, mediante la utilización del software SOLIDWORKS.

Palabras clave: Marco, Bicicleta, Análisis Topológico, Diseño, Solidworks.

1. Introducción

Un problema presente en la actualidad es la creciente necesidad de disminuir el impacto del cambio climático en el mundo, mismo que ha sido resultado de años de incontrolable contaminación provocado por varios campos, siendo el parque automotor uno de los más importantes ya que como medio de transporte se depende de vehículos que emplean combustibles fósiles como fuente de energía. Hoy en día se evalúan varias alternativas de movilidad sostenible cuyo funcionamiento sea amigable con el ambiente. Uno de ellos es el uso de bicicletas como una fuente totalmente segura para el ambiente. Desde su invención la bicicleta ha ido en constante evolución y gracias al desarrollo de la tecnología y la ingeniería de materiales se ha logrado obtener diseños eficientes capaces de acoplarse a las necesidades de los usuarios. Actualmente las bicicletas disponen de varias fuentes de propulsión, siendo el uso de energía eléctrica el más adecuado para obtener un medio de transporte completamente amigable con el medio ambiente. Sin embargo, la limitante autonomía que presentan las baterías de las e-bikes hacen que su uso aún sea cuestionado en varios países que se encuentran en vías de desarrollo. Es así como, para enfrentar este problema aparece una alternativa que es la ingeniería del diseño, el cual se enfoca en desarrollar diseños más eficientes. En el presente trabajo se da a conocer una posible solución a este problema el cual consiste en la aplicación de la optimización estructural topológica para el diseño de bicicletas. La OT es una técnica que está relacionada al estudio de las estructuras y su principal objetivo es determinar la geometría óptima de un componente sintetizando su configuración geométrica con la finalidad de obtener resultados que maximicen o minimicen una característica determinada, en este caso su peso. Para este proyecto es necesario utilizar el software computacional SolidWorks tanto para el diseño y optimización/simulación, pues al utilizar este programa se mejora el proceso de análisis y ensayos de los diseños sin haber sido construido antes. Al optimizar topológicamente el diseño se obtiene una estructura con las propiedades mecánicas similares al diseño inicialmente, pero con un aligeramiento del peso, esta reducción del peso en el marco representa un menor consumo de energía para la bicicleta .

2. Objetivos

2.1. General

Diseñar y construir el marco para una bicicleta por medio de la técnica de optimización estructural topológica.

2.2. Específicos

- Analizar alternativas de diseño de suspensión según los criterios de funcionalidad.
- Evaluar el comportamiento estructural del marco

3. Justificación

El diseño se realizará con el método de optimización topológica el cual consiste en mejorar el diseño de la estructura quitando el material de las partes donde no la requiere obteniendo una reducción del peso, pero sin alterar las propiedades mecánicas o en casos mejorando la rigidez y resistencia de la pieza. La optimización es muy importante ya que en la actualidad en muchos tipos de vehículos se necesitan piezas de peso reducido pero con las características de seguridad necesaria con la finalidad de mejorar la eficiencia de los vehículos, al reducir el peso considerablemente se pretende aumentar la eficiencia energética de la bicicleta.

Por otra parte, con la optimización topológica también se pretende ayudar a la construcción de marcos con la menor cantidad de material y por ende obtener un menor costo de fabricación

4. Estado del Arte

La bicicleta es un medio de transporte que requiere el trabajo de una persona como insumo energético. Actualmente su diseño es producto de largos años de investigación y desarrollo de nuevas herramientas que permitan elaborar modelos más eficientes, seguros y atractivos al público. Con el paso del tiempo y el avance tecnológico se ha logrado mejorar la calidad de los materiales de construcción y de la geometría de la bicicleta, obteniendo grandes resultados que faciliten su uso y disminuyen el esfuerzo requerido para moverse en ellas.

4.1. Historia

La bicicleta ha tenido una gran evolución desde su creación en el año 1817 por el inventor alemán Karl Drais, quien fue el primero en desarrollar este medio de transporte. La primera bicicleta era en su totalidad de madera y carecía de pedales, por lo que el usuario debía impulsarla con el pie como se puede observar en la figura 1[1].



Figura 1: *Ejemplo de bicicleta*

4.2. Tipos de Bicicleta

En la actualidad existen varios modelos de bicicletas y se clasifican de acuerdo con el uso empleado y por las distintas características y son las siguientes:

- Bicicletas monta neas
- Bicicleta de ruta
- Bicicletas BMX
- Bicicleta urbana
- Bicicleta eléctrica

4.3. Marco

Es la estructura que soporta el resto de los componentes, aporta forma y rigidez al vehículo. Su diseño depende de la utilidad que tendrá y el uso de los materiales han evolucionado desde su invención, pero su forma sigue manteniéndose. Son varios aspectos que se debe tener en cuenta que afectan a la eficiencia y maniobrabilidad. El principal problema relacionado al marco es el peso y la rigidez. La rigidez aporta estabilidad ya que evitan flexiones provocadas por los esfuerzos a los que se somete el marco en su funcionamiento, ya sea por las irregularidades del camino o las altas velocidades de circulación. Actualmente el diseño asistido por computador ha permitido realizar marcos más eficientes, mediante la optimización topológica se puede desarrollar estructuras ideales para cada fin, pues permite reducir al máximo el peso y el material empleado en un marco, esto representa un gran avance en el campo del diseño debido a que en bicicletas eléctricas reducir el peso equivale a aumentar la eficiencia de la batería[2].

4.4. Geometría del Marco

En los años 70's y 80's existían demasiadas tallas para los marcos de bicicleta debido a que cada ciclista quería tener su marco a la medida lo que generaba un desorden de mercado en general, todas estas décadas de desarrollo han logrado que los fabricantes de marcos realicen geometrías estandarizadas en tallas pequeñas, medianas y grandes como las actuales. La geometría del cuadro está definida por la longitud de los tubos y los ángulos que forman entre sí.

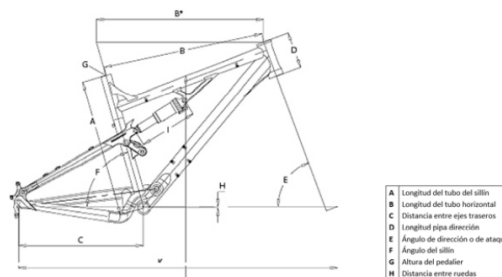


Figura 2: Geometría de un Marco de Bicicleta

4.5. Optimización Topológica.

La optimización topológica (OT) es una herramienta matemática que le permite al diseñador sintetizar topologías óptimas. La topología óptima de un elemento o una pieza mecánica significa que el diseño de este permite maximizar o minimizar una propiedad determinada, mejorando así su funcionalidad. La finalidad de la OT es de obtener la mayor resistencia y rigidez de la estructura, pero con la restricción del volumen gracias a la correcta distribución del material en determinados puntos que permitan obtener esos requerimientos, con esto, el peso final del elemento optimizado se reduce y por ende el material necesario para su fabricación es menor[4].

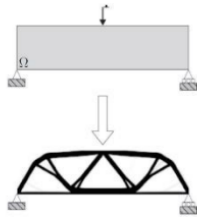


Figura 3: *Optimización Topológica*

4.6. Optimización topológica para estructuras discretas

La optimización topológica en estructuras discretas es utilizada con la finalidad de establecer el número óptimo, la correcta posición y conectividad de cada uno de los miembros estructurales; para la obtención de estos resultados en este caso el dominio de diseño está representado por un número finito de ubicaciones posibles de los miembros que conforman la estructura para seguidamente realizar el rediseño de la sección transversal de cada de estos miembros[3].

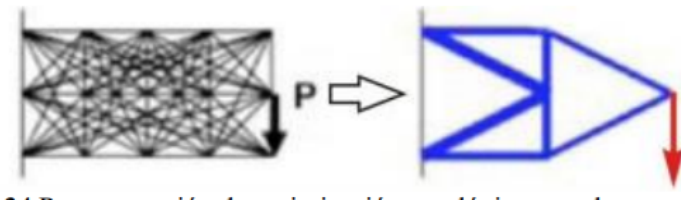


Figura 4: *Representación de optimización topológica con elementos discretos.*

4.7. Optimización topológica para estructuras continuas

La optimización topológica en estructuras continuas tiene como fin determinar las cavidades internas así como los límites correctos ya sean internos o externos; en este enfoque el dominio de diseño se representa por un elemento continuo el cual tiene establecido su densidad, para poder determinar la distribución más óptima de la masa cuyo requerimiento estructural sea cubierto se

varía la distribución de las densidades del material basándose en la minimización de la energía de alteración o deformación del material

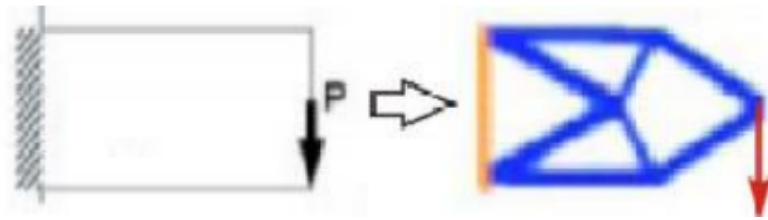


Figura 5: *Representación de optimización topológica con elementos continuos.*

5. Desarrollo

Se procedió a realizar la geometría del marco, empezando de una masa solida, a la cual se le aplico un análisis topográfico, el cual tardo aproximadamente 15 minutos, donde se logro reducir la masa del marco inicial de 49 kg a un eficiente 4kg.

Para que el programa pueda resolver correctamente este problema es necesario determinar las restricciones y cargas correctas en el sistema. Por otro lado, para determinar las cargas que actúan sobre el marco y basculante es necesario saber el peso que este debe soportar, para esto se tomó en cuenta que la medida de la bicicleta es en base a la talla universal M la cual está recomendada para personas con una estatura de entre 160 a 180 cm.

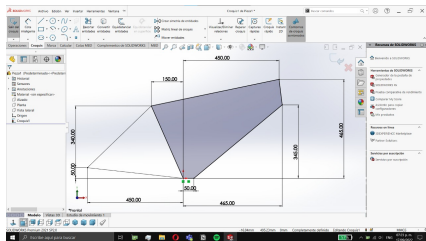


Figura 6: Geometría del Marco

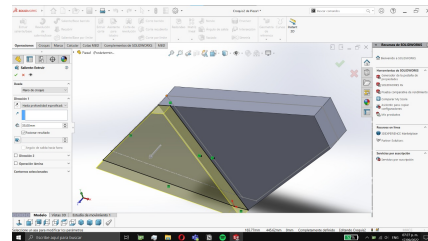


Figura 7: Extrusión de Geometría Inicial

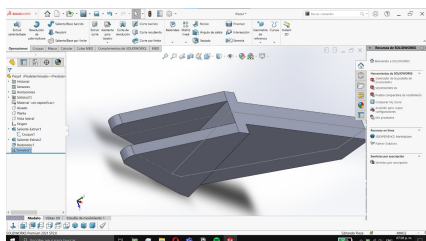


Figura 8: Extrusiones de corte

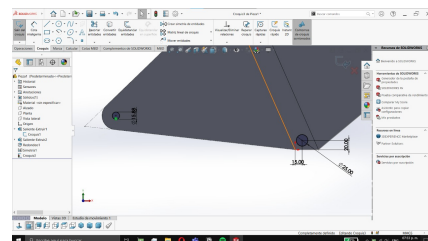


Figura 9: Extrusion de corte de orificio delantero

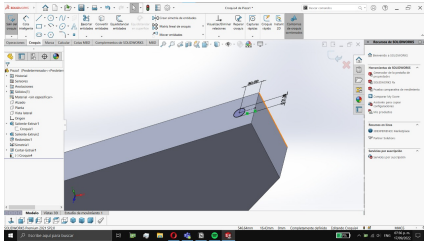


Figura 10: Extrusion de corte de orificio delantero

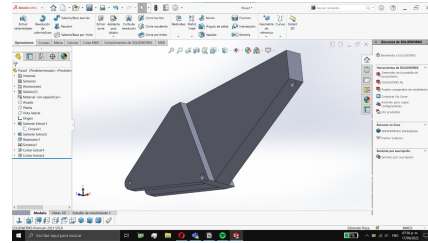


Figura 11: Vista Isometrica

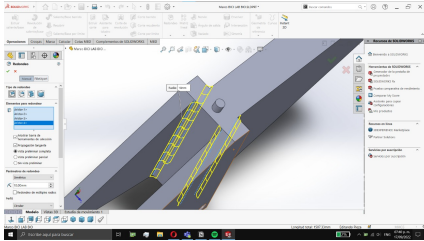


Figura 12: Extrusión saliente de base de asiento

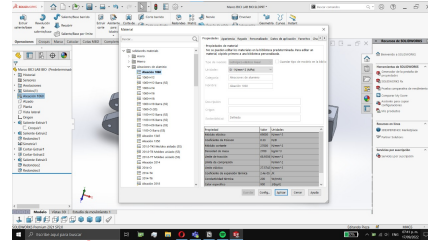


Figura 13: Aplicación de material Aluminio 1060

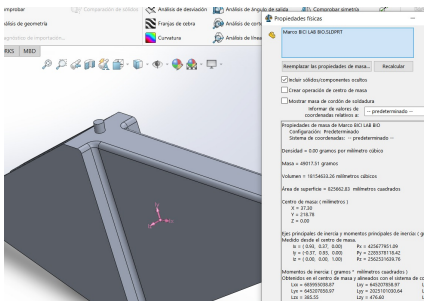


Figura 14: Propiedades Físicas del marco

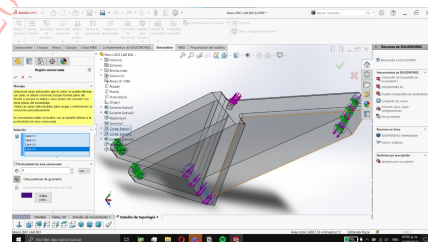


Figura 15: Sujeciones y aplicación de Fuerzas

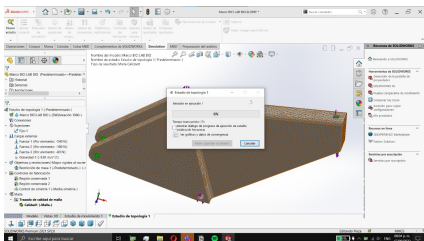


Figura 16: Inicio de Estudio Topológico

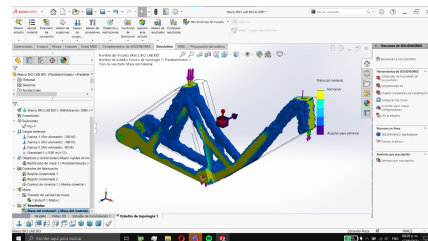


Figura 17: E. Topológico Masa del Material 1

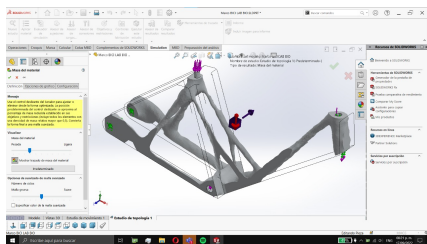


Figura 18: E. Topológico Masa del Material 2

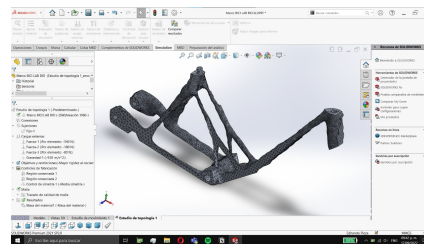


Figura 19: Resultado Vista Isometrica

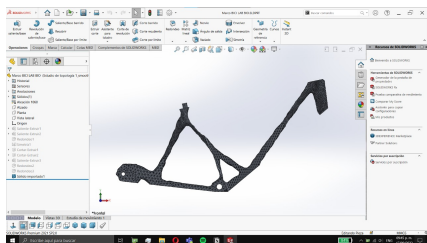


Figura 20: Resultado Vista Frontal

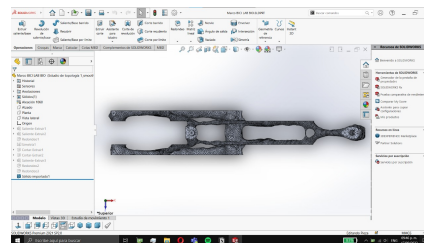


Figura 21: Resultado Vista Superior

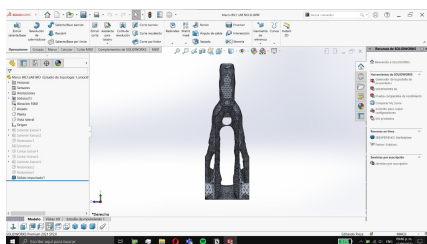


Figura 22: Resultado Vista Derecha

6. Conclusiones

1. **Rogelio Leija Escalante.** En cuanto a la optimización topológica aplicada al marco construido, se obtuvieron valores positivos del peso final, ya que, al comparar cada uno de los elementos con los optimizados en el software se pudo afirmar que si se redujo la mayor cantidad del material innecesario presentado en la optimización realizada en SolidWorks se reduce un peso de 48 kg a 4kg.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos de la optimización topológica en la que; se mantiene solo el material donde se presenta una mayor concentración de carga, se comprueba que este marco si es aplicable a una bicicleta, pues al reducirse una cantidad de material innecesaria, la energía utilizada para mover la bicicleta será menor, consecuentemente habrá una mayor eficiencia del uso de la energía.

2. **Luis Ángel Estrada Hernández.** Al finalizar la práctica 2 pudimos comprender todo lo que conlleva la elaboración de un marco de bicicleta, tanto el diseño como el análisis del mismo ya que este nos ayuda a poder realizar un diseño más acertado en base a lo que se nos pide y a los resultados que nos arroja para tomarlos como puntos de partida y así elaborar el marco de la mejor manera posible, también pudimos observar el porque del diseño del marco ya que se fue simplificando sin que perdiera propiedades para hacerlo más óptimo y menos complejo en su elaboración.
3. **Brayan Alexis Espinosa Ramírez.** Llegué a concluir como es la elaboración de un marco de bicicleta, al parecer tiene muchos puntos como el diseño y como es que tiene que estar elaborada, tiene que tener sus puntos y de una cierta forma para que al final de los resultados pueda soportar esas fuerzas que se aplicarán por demasiado tiempo y ese es punto hacer que pueda permanecer para su gran uso quesaría de muchos años, seguimos practicando con la computadora viendo sus puntos máximo y como estos llegan a soportar, se puso en práctica los conceptos y que gracias a ellos nos dimos cuenta que nos sirvió de mucha ayuda a la elaboración del marco, con la compañía de la computadora esto sería un poco más difícil ya que sería estar caminando con los ojos vendados gracias a esto nos facilito la práctica
4. **Ricardo González Sepúlveda.** En conclusión la práctica se me hizo muy interesante ya que pusimos en práctica los conocimientos adquiridos en base a investigaciones de lo que son los diseños generativos y análisis topográficos y así también comprender la importancia de aplicar estos conceptos y como nos pudimos dar cuenta es que la misma computadora nos ayudó a tener el mejor diseño en base a los parámetros dados el cual fue de reducción de masa a un 90
5. **Emmanuel Rangel Campos.** Emmanuel Rangel Campos 1845377: Una vez realizada la Práctica 2 del laboratorio, se puede llegar a la conclusión de que se cumplió con el objetivo de ésta, ya que se comprendió cómo se desarrollan los análisis de formas, en este caso para el diseño de un marco de Bicicleta. Además de que a lo largo de este reporte nos percatamos

que se puede usar el SolidWorks tanto para desarrollar el diseño, como para implementar la topología de este, para generar un análisis de elemento finito para objetos de ámbito simple. Es por esto que se puede decir que en la actualidad se cuenta con la gran ventaja de tener a la mano diversos softwares, los cuales nos apoyan mucho con simulaciones para conocer diversos parámetros de estructuras u objetos.

EQUIPO 2 - 18 DE SEPTIEMBRE DE 2022-A- 23:24

Referencias

- [1] Catucuago Cuzco, J. W. and Túquerres Tabango, W. M. (2021). Diseño y construcción del marco y basculante para una bicicleta eléctrica por medio de la técnica de optimización estructural topológica. B.S. thesis.
- [2] Gonzales Sánchez, J. D. (2018). Diseño y construcción de un marco prototipo de una bicicleta urbana. B.S. thesis.
- [3] Rivas Bolívar, A. F. et al. (2019). Ánalysis estructural para un marco rígido de bicicleta de montaña mediante el modelamiento de elementos finitos en el software ansys.
- [4] Sanz de Pedro, R. J. et al. (2015). Diseño bicicleta creo parametric 2.0.

Los créditos de las fotografías pertenecen a sus respectivos autores.

EQUIPO 2 - 18 DE SEPTIEMBRE DE 2022-A- 23:11