

**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**PRÁCTICA #2:**

Diseño del marco de una Bicicleta

**Asignatura: Lab. Biomecanica**

**Maestro(a): Yadira Moreno Vera**

**Grupo/Brigada: 408**

Nombre	Matricula
Victor Alan Cavazos Ramírez	1902881
Arturo Mariscal Picón	1806989
José Francisco Juárez Segundo	1992319
Jorge Eduardo Ortiz Cruz	1992029

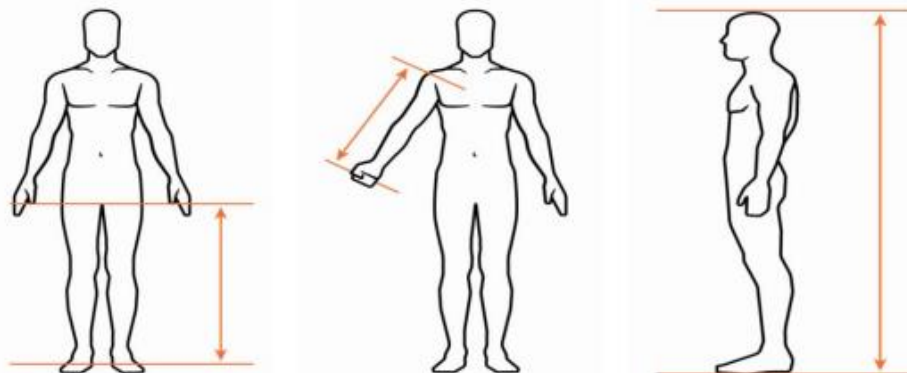
## Definición

Aprender a utilizar la lógica del código de Matlab para colocación de cargas, apoyos y fuerzas dentro de un espacio de diseño propuesto.

## Estado del arte:

Con el fin de seguir unos estándares de fabricación, las marcas de bicicletas establecen unas medidas estándar que son clasificadas en diferentes tallas, según las necesidades del cliente. Esto facilita y abarata mucho la producción en serie, con lo que se consiguen mejores precios para el cliente.

- Altura Corporal: La medición se realiza sin calzado, y va desde la clavícula hasta la planta del pie.
- Longitud de piernas: La medida se realiza desde la entrepierna hasta la planta del pie.
- Longitud de brazos: Se realiza la medición desde encima de la articulación del hombro hasta el centro de la palma de la mano.



En cambio, también existen marcas que son capaces de realizar y fabricar bicicletas únicas y personalizadas para cada cliente. Es un proceso que implica un elevado coste, ya que tu bicicleta es fabricada exclusivamente para una persona, con lo que el precio de venta aumente considerablemente.

En las medidas de su diseño se empiezan a definir los diferentes ángulos que tiene el cuadro y los efectos que tienen estos sobre el comportamiento de la bicicleta.

- Angulo de la dirección.
- Angulo del sillín.
- Angulo de potencia
- Avance de la horquilla.
- Avance de la dirección.
- Longitud de las vainas traseras.

➤ Longitud del tubo horizontal superior.

➤ Altura eje del pedalier

La optimización mediante FEA representa un campo de estudio creciente en la ingeniería. Aunque hay muchos programas y técnicas disponibles para realizarla, los estudios industriales, los estudios de sensibilidad y la optimización de la forma son los más utilizados en la actualidad. Los dos métodos más utilizados de optimización de la forma son la búsqueda de gradientes y el diseño de experimentos (DoE). Este último está basado en cálculos de superficie de respuesta y produce soluciones “sólidas”, es decir, eficaces en la gama más amplia de posibles condiciones de servicio durante la vida del producto.

SolidWorks Simulation utiliza un método de optimización basado en DoE. Para ejecutar un problema, el ingeniero proporciona los valores máximos y mínimos de sus variables de diseño de cotas y, a continuación, selecciona una optimización “Estándar” o de “Alta calidad”. El método estándar funciona suponiendo que la curva de respuesta objetiva entre los valores límite sea lineal y calcula sólo la respuesta a estos valores. La optimización de alta calidad tiene en cuenta la posibilidad de una respuesta de segundo orden entre los límites y evalúa un valor medio así como los extremos. La ilustración 7 muestra las iteraciones de diseño automático realizadas para una suspensión de automóvil en la que el tamaño de los tres redondeos es diferente. En este caso, la restricción del diseño consiste en no superar el límite elástico del material bajo la carga estática.

Propuestas:

Las diferencias entre las bicicletas de los hombres y de las mujeres es el diseño del cuadro. La bicicleta de las mujeres está diseñada para hacer más fácil de montar mientras que las bicicletas del hombre no. En esta práctica vamos a optimizar el diseño del marco para mejorarlo.

Primero vamos a considerar solo la carga y el apoyo. Para esto editaremos líneas 80 y 81 del código de matlab:

➤ 80 F (2,1)=1; ➤ 81 fixeddofs = 2 \* nelx \* (nely 1) + 1:2 \* (nelx + 1) \* (nely + 1);

Guarde el código en el mismo directorio. Luego ejecute Matlab con:

➤ top(20,20,0.33,3.0,1.5) El resultado debe ser similar a la figura 2.3. El dominio de diseño se discretiza 20 veces en 20 elementos finitos. Tal vez piense que la magnitud de la fuerza no es realista y que el modulo de Young debe ser corregido en la línea 89. Comúnmente  $E=2 \cdot 10^{11} \text{N/m}^2$ .



*Figura 2.3 : Resultado de la primera optimización*

También el tamaño de los elementos finitos se define como una vez por 1 unidad. Estos valores se tienen que cambiar para obtener valores correctos de optimización, pero no siempre es necesario cambiarlos ya que son solo correcciones de las escalas. Sin embargo, si se quieren corregir se puede modificar la línea 41 para mantener la precisión mientras se resuelven las ecuaciones:

➤ 41 while ((l2-l1)/l2 > 1e-4)

Penalización y filtro de radio

La sintaxis de la función es:

➤ top(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)

Donde las variables denotan lo siguiente:

- nelx es el número de elementos finitos en la dirección horizontal.
- nely es el número de elementos finitos en la dirección vertical.
- volfrac es la fracción de volumen en el dominio de diseño.
- penal es la penalización de las densidades intermedias. Una penalización alta hará la solución en blanco y negro, es decir los elementos finitos estarán llenos o vacíos. Una penalización = 1 significa que no hay penalización de las densidades intermedias.
- rmin es un radio de filtro para un filtro que hace que el diseño de mallaindependiente.

Definición de regiones vacías.

El resultado en la figura 2.3 no deja ninguna zona hueca para la rueda delantera. Vamos a llamar a los elementos finitos en este pasivo vacío, y definir una matriz con ceros en elementos libres y seros en pasiva. Agregue las siguientes líneas al código de MATLAB entre la línea 5 y 6 para hacer esto:

```
for ely = 1:nely
    for elx = 1:nelx
        if ((elx)^2+(ely-nely)^2) < (0.65*nelx)^2
            passive(ely,elx) = 1;
        else
            passive(ely,elx) = 0;
        end
    end
end
x(find(passive))=0.001;
```

El último comando inicializa todos los elementos de la zona hueca en el bajo valor 0.001. También tenemos que actualizar la línea 29 y 40 e insertar una línea adicional entre 43 y 44:

- 29 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);
- 40 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
- 43b xnew(find(passive)) = 0.001;

Realiza estos cambios y ejecuta con:

➤ top(20,20,0.33,3,1.5)

Esto va a generar algo más parecido a la bicicleta para un hombre, el marco frontal se muestra en la figura 2.4.



*Figura 2.4 : Resultado de la segunda optimización*

#### Conclusiones:

En nuestra primera práctica del Laboratorio de Biomecánica teníamos como objetivo conocer las distintas secciones que componen a un código de optimización topológica. Para poder lograr esto utilizamos el software llamado Matlab que fue de gran ayuda para poder realizar el código de la estructura que elegimos. Gracias a esta práctica pudimos ver cómo es importante conocer este tipo de códigos ya que nos ayudan a poder analizar una estructura y detectar que es necesario modificar o eliminar.

La optimización del diseño puede incrementar el valor de un producto mejorando su rendimiento en su entorno operativo y reduciendo el coste de producción mediante la reducción de la cantidad de material utilizado para fabricarlo. Al utilizar la optimización, el ingeniero de diseño incrementará sus conocimientos acerca del comportamiento de su producto y mejorará el diseño.

#### Referencias

- <https://store.pedalrevolution.co.uk/5859/products/van-nicholas-tuareg-650b-mtb-mountain-bike-frame.aspx>
- Fundación ESTEYCO, (2003), Pilar Carrizosa, La ingeniería de la bicicleta, Editado en Madrid.
- [https://www.solidworks.es/sw/docs/SIM\\_Optimization\\_WP\\_ESP.pdf](https://www.solidworks.es/sw/docs/SIM_Optimization_WP_ESP.pdf)