



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®



FIME

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

LABORATORIO DE BIOMECAÁNICA

PERIODO ESCOLAR AGOSTO – DICIEMBRE 2022

Nombre de la actividad

Práctica 2

| Nombre del alumno | Matricula |
|--|------------------|
| Leonardo Daniel De Leon Fuentes | 1991978 |
| Fatima Montserrat Castro Nuñez | 1991834 |
| Brandon Geovanny Espinosa Alcocer | 1938292 |
| Erick Eduardo Landa Gonzalez | 1992037 |
| Susana Regina Macías de Luna | 1992013 |

| Grupo | Salon | Dia clase | Hora |
|--------------|--------------|------------------|-------------|
| 309 | 12BMC | Miércoles | N5 |

Nombre del profesor: Yadira Moreno Vera

Fecha de entrega:

19/10/2022

Objetivo:

El estudiante deberá presentar una propuesta de análisis de formas y de la programación para la ejecución de la optimización de características de trabajo específicas que presenta la ventaja.

1) Nombre y definición de la geometría

Este reporte se centra en la geometría del chasis de la bicicleta.

Los dos elementos fundamentales en la geometría del cuadro son lo que en inglés se conoce como: Stack y Reach. El Stack se podría definir como la altura del cuadro y el Reach como su largo o alcance.



Stack: es la distancia vertical entre el centro del pedalier con respecto al centro del extremo superior del tubo de dirección.

Reach: es la distancia horizontal desde el eje del pedalier a la parte superior del tubo de dirección.

El ángulo y la longitud del tubo de dirección son dos mediciones clave que tienen una influencia directa en la conducción de la bicicleta.

El ángulo del tubo de dirección se refiere a la perspectiva o inclinación del tubo de dirección conforme al suelo y comúnmente se describe como un ángulo bajo (slack) y o un ángulo elevado (steep). Un ángulo bajo del tubo de dirección requiere más esfuerzo en los cambios de dirección, pero da más estabilidad a la bicicleta.

Un ángulo elevado del tubo de dirección, comúnmente encontrado en bicicletas de ruta, requiere menos esfuerzo para conducir y permite una bicicleta más ágil.



El desplazamiento de la horquilla o Fork Offset, el retraso o Trail y el ángulo de dirección o Head Angle están intrínsecamente entrelazados.

Offset: es la distancia entre el eje de la rueda delantera y el eje del tubo de dirección.

Trail: es la distancia entre el punto de contacto del neumático con el suelo y donde la línea del “Head Angle” (ángulo de la cabeza) toca el piso.

Head Angle: Es el ángulo entre la proyección del eje del tubo de dirección y la proyección vertical del eje de la rueda delantera.

2) Estado del arte

Se ha realizado una gran cantidad de investigación relacionada con la biomecánica en el campo del ciclismo, lo que ha dado como resultado una gran cantidad de documentación sobre el tema. La biomecánica es la ciencia que estudia cuerpos completos (bicicletas en este caso) y personas para estudiar todas las fuerzas que interactúan en un sistema, como las que se oponen al desplazamiento o la propulsión, y la eficiencia mecánica que aumenta el desplazamiento. Entonces, la biomecánica cubre mucho, pero este proyecto se centrará en el estudio de la propulsión, especialmente la propulsión aplicada a los pedales.

Aunque la ingeniería mecánica se ha dedicado tradicionalmente a la visión científica de la eficiencia del desplazamiento, no es suficiente para los vehículos propulsados por humanos. Debido a la interacción entre humanos y máquinas, es necesario incorporar otros puntos de vista científicos que tengan en cuenta los procesos bioenergéticos y la producción de fuerza en el sistema muscular.

Se ha investigado mucho sobre la biomecánica de la bicicleta, probablemente debido a aspectos como la relevancia de la bicicleta en el transporte en la actualidad, el uso de la bicicleta como ejercicio o terapia y el ciclismo de

competición. Entre ellos, se encuentran los estudios relacionados con la resistencia al movimiento, la dinámica y cinemática muscular y los estudios dinámicos relacionados con la fuerza sobre los pedales, cuyas variables de interacción son los aspectos más interesantes, ya que es necesario conocer la carga que se ha de aplicar al modelo de caja. Además, solo puede ser considerado como un empuje fuera de la fuerza gravitacional cuando el sistema está cuesta abajo, el resto del empuje está interactuando dentro del sistema, como el empuje ejercido sobre el sillín, manillar y especialmente los pedales, considerando hasta la propulsión. La fuerza es aplicada por el ciclista, es decir, por las fuerzas que ejercen sus contracciones musculares y los momentos sobre las articulaciones.

Con el fin de seguir los estándares de fabricación, las marcas de bicicletas han establecido tamaños estándar en función de las necesidades del cliente, divididos en diferentes tamaños. Esto hace que la producción en masa sea más fácil y económica, lo que se traduce en mejores precios para los clientes.

Las medidas a tener en cuenta y las medidas que se realizan sobre el usuario son principalmente:

- Altura del cuerpo: medir descalzo, desde la clavícula hasta la suela.
- Longitud de la pierna: Mida desde la entrepierna hasta la suela.
- Largo del brazo: medido desde la parte superior de la articulación del hombro hasta el centro de la palma de la mano.

Con estas medidas, el usuario puede elegir la talla de marca que más le conviene, mejorando la comodidad y el rendimiento que puede conseguir, entre otros factores.

Por otro lado, también existen marcas que son capaces de construir y fabricar bicicletas únicas y personalizadas para cada cliente. Este es un proceso que significa altos costos, debido a que su bicicleta está construida para una sola persona, por lo que el precio de venta aumenta considerablemente.

Para construir un modelo que consta de losas, primero debe crear puntos basados en la geometría que desea hacer y luego crear líneas para formar los lados de la losa. Se debe prestar especial atención a la generación de líneas y regiones. En un modelo creado usando solo puntos y líneas, la cantidad de elementos geométricos a considerar es pequeña y es fácil ver estos elementos repetidos.

En la construcción de geometrías de los modelos de elementos finitos es típico tener que simplificar partes de la simulación para que la resolución del modelo, por parte del ordenador, sea más sencilla. Lo que implica tener que eliminar o cambiar elementos poco útiles, o cuyo grado de detalle no es necesario. En este modelo se eliminaron y se cambiaron ciertas partes para hacer que la resolución fuese más sencilla.

3) Propuestas de diseño de la geometría, alcances y limitaciones

En nuestro caso, la propuesta solo se enfocará en el cuadro o marco de una bicicleta de montaña, los componentes y principales tubos que forman parte del cuadro de bicicleta de modo general son los siguientes:

Las limitaciones que se pueden presentar en cuanto al desarrollo de la propuesta son diversas, pero estas van centradas a una principal, la cual vendría siendo el material del que estaría hecho este marco, puesto que se debe conocer lo siguiente:

- El tipo de uso que se le dará a la bicicleta no es lo mismo una bicicleta para competir en carreras, donde la rigidez y la ligereza del cuadro pueden ser la diferencia entre hacer unos segundos más o unos segundos menos en el crono, que planificar largas rutas por tramos sinuosos e irregulares que exigen una mayor flexibilidad y durabilidad de los componentes.
- El peso, si el peso de tu bicicleta es una prioridad, tal vez se debería de considerar la opción de comprar unas ruedas más ligeras en lugar de pagar la diferencia de precio que supone cambiar un cuadro de aluminio por otro de carbono.
- El tiempo de uso, el acero, por ejemplo, se oxida con mayor facilidad que el aluminio, pero su durabilidad también es mayor. La fibra de carbono es más

sensible a grandes impactos, como una caída contra unas rocas, pero es menos propenso a un desgaste por uso continuado.

- El presupuesto, a igualdad de equipamiento y componentes generalmente una bicicleta de aluminio cuesta más que una de acero, una de fibra de carbono es más cara que otra de aluminio y un cuadro de titanio tiene unos costes de fabricación mayores que los otros tres materiales.

- La resistencia de un cuadro se refiere a su capacidad de resistir una fuerza antes de fallar. Esta propiedad no afecta la conducción de la bicicleta.

- La rigidez se refiere a qué tanto se flexiona el cuadro al someterse a cierta fuerza. Esta propiedad sí afecta la conducción y es especialmente notoria en ciertas circunstancias, por ejemplo, cuando la bicicleta está cargada.

4) Pasos del desarrollo de la programación

Lo primero que debemos hacer es abrir el código de la práctica pasada, el cual nos servirá de base para esta nueva práctica.

Primera optimización:

Empezaremos a editar el código de la siguiente manera: Primero cambiamos la carga y el soporte que fueron asignados en las líneas 80 y 81 (véase fig. 4.1) por unos más adecuados para el marco de una bicicleta, en donde la carga está en el manubrio y el soporte está en el bastidor trasero (véase fig. 4.2).

```
79 % DEFINE LOADS AND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
80 - F(2,1) = -1;
81 - fixeddofs = union([1:2:2*(nely+1)], [2*(nelx+1)*(nely+1)]);
```

Figura 4.1: Cargas y soportes originales.

```
79 % DEFINE LOADS AND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
80 - F(2,1) = 1;
81 - fixeddofs = 2*nelx*(nely+1)+1:2*(nelx+1)*(nely+1);
```

Figura 4.2: Nuevas cargas y soportes.

Guardamos el código y ejecutamos la instrucción `top(20,20,0.33,3.0,1.5)` ya que el dominio de diseño se discretiza 20 veces en 20 elementos finitos y el resultado se muestra en la imagen de la figura 5.1.

Segunda optimización:

Cambiamos el modulo de Young que se encuentra en la línea 89 por el valor de $E=2 \cdot 10^{11}$ N/m² que es un valor mucho más realista para un material.

También tenemos que cambiar el tamaño de los elementos finitos que están definidos en un inicio como 1 vez en 1 unidad (fig 4.3), y para corregir la escala debemos de cambiar este tamaño de los elementos finitos que se encuentra definido en la línea 41 se sustituye por *while* $((l2-l1)/l2 > 1e-4)$ (fig. 4.4).

```
38      %%%%%%%%%%% OPTIMALITY CRITERIA UPDATE %%%%%%%%%%
39      function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc)
40 -      l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
41 -      while (l2-l1 > 1e-4)
```

Figura 4.3: Tamaño original de los elementos finitos.

```
38      %%%%%%%%%%% OPTIMALITY CRITERIA UPDATE %%%%%%%%%%
39      function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc)
40 -      l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
41 -      while ((l2-l1)/l2 > 1e-4)
```

Figura 4.4: Nuevo tamaño de los elementos finitos.

Guardamos el código y ejecutamos de nuevo la instrucción `top(20,20,0.33,3.0,1.5)` para ver el resultado que se muestra en la figura 5.2.

Tercera optimización:

En esta última optimización se busca dejar el hueco para la rueda delantera en el marco de la bicicleta, para esto necesitamos recordar los elementos de nuestra función:

top(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)

De la cual, los elementos que nos interesan para esta optimización es la penalización y el filtro de radio:

- *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 malla-independiente.

Para definir entonces los espacios vacíos necesarios debemos llamar a los elementos finitos en este pasivo vacío, y definir una matriz con ceros en elementos libres y seros en pasiva. Para esto debemos de agregar las siguientes líneas al código entre las líneas 5 y 6 (fig. 4.5):

```

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;

```

En donde el último comando hace que todos los elementos de la zona hueca se inicien en el valor bajo de 0.001.

```

4  % INITIALIZE
5 - x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
6 - for ely = 1:nely
7 -     for elx = 1:nelx
8 -         if ((elx)^2+(ely-nely)^2) < (0.65*nelx)^2
9 -             passive(ely,elx) = 1;
10 -        else
11 -            passive(ely,elx) = 0;
12 -        end
13 -    end
14 - end
15 - x(find(passive))=0.001;
16 - loop = 0;
17 - change = 1.;

```

Figura 4.5: Código para espacios vacíos.

Antes de agregar las líneas anteriores, debemos de cambiar la línea 29, la línea 39 y agregar una nueva línea entre la 42 y la 43 de la siguiente forma:

```

29 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);
39 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
42b xnew(find(passive)) = 0.001;

```


Si las líneas que se mencionan al inicio de la tercera optimización ya se agregaron, en lugar de cambiar las líneas 29 y 39, ahora serán las líneas 39 y 49 y se agregara la nueva línea entre la 52 y 53, en lugar de entre la 42 y 43.

Guardamos el código y ejecutamos de nuevo la instrucción `top(20,20,0.33,3.0,1.5)` para ver el resultado que se muestra en la figura 5.3.

5) Resultados de la optimización

- Primera optimización (fig. 5.1):

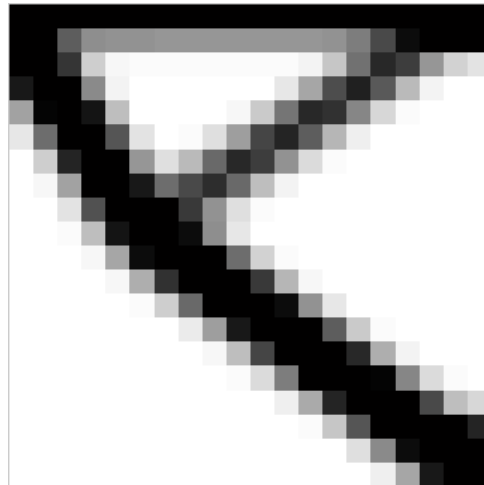


Figura 5.1: Primera optimización.

En la primera optimización se discretiza 20 veces el dominio de diseño en 20 elementos finitos.

- Segunda optimización (fig. 5.2):

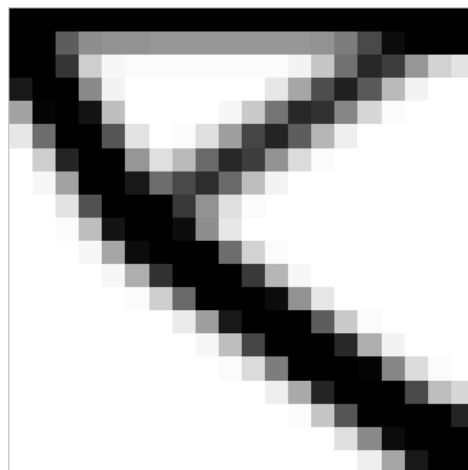


Figura 5.2: Segunda optimización.

En esta segunda optimización no se nota ningún cambio ya que solo se cambió la escala.

- Tercera optimización (fig 5.3):

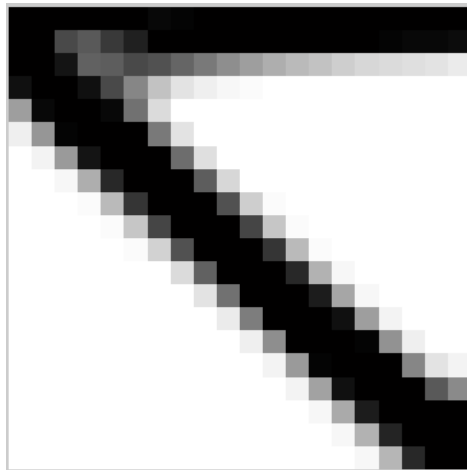


Figura 5.3: Segunda optimización.

Se puede ver que ahora en esta última optimización sí se deja el espacio para la rueda delantera.

6) Conclusiones

Leonardo Daniel De Leon Fuentes 1991978

En esta práctica se analizó la estructura del chasis de la bicicleta, se conocieron las variantes que esta tiene, las medidas y ángulos que son importantes en la estructura de esta.

Fatima Montserrat Castro Nuñez 1991834

En esta práctica vimos otra nueva manera de aprovechar el código de la práctica anterior en una optimización diferente que fue el marco de una bicicleta y vimos que con pocas modificaciones en áreas específicas del código pudimos obtener un buen resultado, tomando en cuenta las cargas, los soportes, las especificaciones de mallado, las propiedades del material, la penalización y los espacios vacíos de nuestra figura. Me parece muy interesante todos los cambios que se pueden hacer al código para obtener diferentes resultados, enfocándonos en diferentes objetos que queramos optimizar. Ahora veo a MATLAB como una gran herramienta para nuevos proyectos.

Erick Eduardo Landa Gonzalez 1992037

En esta presente práctica retomamos los códigos de la práctica pasada en una optimización diferente que en este caso fue la estructura de una bicicleta, pudimos observar que con algunas modificaciones leves se obtuvo un buen resultado, con MATLAB se pueden hacer proyectos interesantes como este.

Brandon Geovanny Espinosa Alcocer 1938292

En esta práctica volvimos a utilizar los códigos que habíamos visto pero en este caso en un diseño de una bicicleta ya que se le cambiaron cosas y se hace otra cosa totalmente diferente, así podemos llegar a la conclusión que se pueden hacer cosas muy diferentes y geniales a la hora de optimizar como este trabajo

Susana Regina Macías de Luna 1992013

En la presente práctica la cual es la número dos, del laboratorio de la clase ordinaria biomecánica, se vio con la ayuda de matlab lo que es un análisis de formas y programas, donde también se veía el estado del arte, para al final tener la ejecución de la optimización del trabajo para su ventaja.

Referencias

<https://pedalia.cc/entendiendo-la-geometria-de-la-bicicleta/>