



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE NUEVO LEÓN**
FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA



Laboratorio de Biomecánica
Práctica 2: Diseño del marco de una bicicleta

Catedrático: Yadira Moreno Vera

Martes V2

Brigada 214

Integrantes del Equipo #1	Matricula
Susana Rubio Medina	1798151
Melissa Lizeth Galindo Reyes	1856086
Oziel Alberto Torres Villarreal	1900260
Gabriel Eduardo Vázquez Ortega	1903060
José Manuel Reséndiz García	1907334
Miguel Ángel Martínez Villanueva	1934489

Semestre Agosto – Diciembre 2022

San Nicolás de los Garza, N.L.

20 de Septiembre de 2022

Índice

Nombre y definición de la forma geométrica.	3
Estado del Arte.....	4
Propuesta de diseño.....	6
Pasos de desarrollo de la programación en Matlab.....	11
Resultados de la optimización.	12
Conclusiones del Equipo 1.....	17
Bibliografía	18

Nombre y definición de la forma geométrica.

La geometría de una bici mide las longitudes de los tubos que la conforman, así como los ángulos que forman dichos tubos en la dirección y en el tubo de sillín principalmente. Los tubos se miden desde centro a centro y evidentemente no es necesario que la forma de los tubos sea convencional para medirlos. Lo que se mide es la longitud; no importa si el cuadro está realizado en algún tipo de monocasco o con tubería convencional o hidroformada. De este modo, además de la talla, que es el primer parámetro por el que elegimos una bici a nivel de medidas, la geometría es básica para que la bici se comporte de una manera u otra dependiendo del conjunto de medidas y ángulos. [2]

Los dos parámetros más importantes de una bici son los ángulos de dirección y de sillín. El de dirección va a hacer que la bici sea más estable, o que gire más rápido y que tenga una mayor viveza de reacciones. Esto sumado a una mayor seguridad a la hora de bajar y una absorción de impactos más efectiva, por el propio ángulo que forma la horquilla sobre el terreno por el que pasamos. Ángulos de dirección más verticales (entre 67 y 70 grados) son más propios de modelos de cross country. Ángulos de dirección más cerrados (64-65 grados), son utilizados en los modelos de enduro. Menos de 64 grados son para modelos de descenso y también para algunos modelos de enduro.

En cuanto al ángulo de sillín, determina la posición donde nos sentamos a la hora de pedalear, dependiendo de si estamos muy lejos o demasiado encima del eje de pedalier. Esto influye también en el reparto de pesos de la bici, así como en la manejabilidad de la misma. Normalmente oscilan entre los 73 y 77 grados. En los últimos 3 años ha habido un avance muy rápido y radical sobre el ángulo de sillín, ya que se ha ido verticalizando más, hasta llegar a cifras de hasta 76 y 78 grados. Esta tendencia es básica para que el pedaleo sea más efectivo al situarnos más encima en la vertical del eje de pedalier.

Las medidas de los tubos se han ido afinando tanto, que los milímetros son ya fundamentales para que la geometría de la bici se encuentre bien equilibrada. De nada te vale una bici con un tubo superior largo y una potencia corta, si las vainas son muy largas y es muy perezosa a la hora de pedalear en subida. Lo mismo pasa con la altura del eje de pedalier. Si es baja, como pasa en modelos de descenso y enduro, la posibilidad de dar con los pedales en el suelo es más probable, pero si es alta, la bici se vuelve más inestable y menos efectiva del cara al pedaleo subiendo el centro de gravedad y el reparto de pesos. [3]

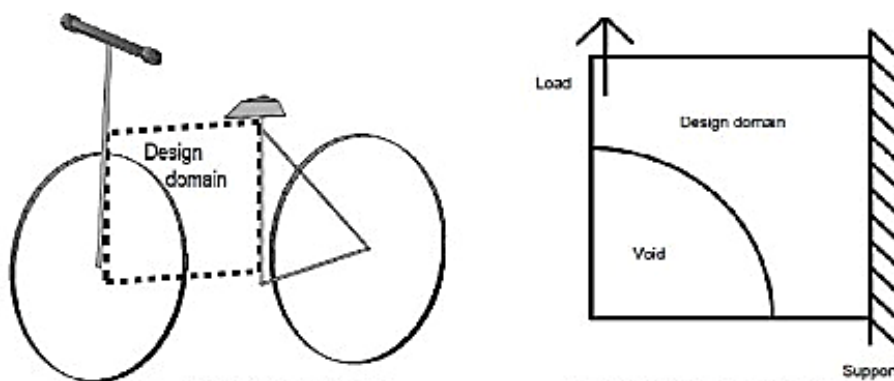


Figura 1. Dominio del diseño

Estado del Arte

Al momento del diseño del cuadro de una bicicleta, hay que tener en cuenta muchos parámetros y uno de los principales es saber para que se va a usar, ya que las diferentes formas y el uso de materiales distintos varia dependiendo del uso que se le vaya a dar, existen bicis de ruta, de triatlón, BMX, urbanas, de montaña, híbridas, etc. Es importante remarcar que una bicicleta para montaña no tendrá el mismo material ni la misma geometría que una para un triatlón. [4]

Tu Altura en cm	Tamaño recomendado de Marco en cm
150 - 155 cm	33 - 36 cm
155 - 160 cm	35 - 38 cm
160 - 165 cm	38 - 40 cm
165 - 170 cm	40 - 43 cm
170 - 175 cm	42 - 45 cm
175 - 180 cm	44 - 47 cm
180 - 185 cm	46 - 49 cm
185 - 190 cm	49 - 52 cm
190 - 195 cm	51 - 56 cm
de 195 cm en adelante	ab 56 cm (

El segundo parámetro para continuar con el diseño del cuadro de una bicicleta es al usuario, en el mercado podremos encontrar algunas “tallas” con medidas estandarizadas, estas medidas cambian dependiendo del uso que se le de a la bicicleta, en la siguiente tabla se anexan las “tallas” para una bici de montaña:

El que usemos en la bicicleta determinara su peso, rigidez y su resistencia parámetros que se deben tomar en cuenta por si se va a competir o simplemente para que la bicicleta sea capaz de resistir esfuerzos antes de llegar al fallo. En el mercado podremos encontrar cuadros de los siguientes materiales:

- **Cuadros de acero:** ofrecen una alta durabilidad, resistencia y versatilidad por un bajo costo, debido a ello son capaces de resistir cualquier accidente, los aceros utilizados para estos cuadros son: *Hi-ten* y el acero *cromoly*.
- **Cuadros de aleación de aluminio:** uno de los materiales mas utilizados por su sencilla manipulación, bajo peso, flexibilidad y resistente a la corrosión. Mayormente utilizado en bicicletas de ruta o en situaciones donde no se requiera una alta resistencia al impacto ya que a diferencia de las de acero es muy posible que un accidente deforme el material.
- **Cuadros de fibra de carbono:** estos cuadros son sumamente ligeros y utilizados en bicicletas de competencia ya que el precio no es de los más accesibles, a pesar ser cuadros resistentes la fibra de carbono es frágil a impactos un golpe directo dañaría permanentemente el cuadro y otro aspecto a considerar es que estas bicicletas no están diseñadas para transportar carga.
- **Cuadros de titanio:** ofrece un menor peso y la misma resistencia que el acero, con la única desventaja de su elevado precio, este material es excelente para bicicletas de montaña ya que el titanio es mas resistente a impactos que los demás materiales. [4]

Título del documento	A 99 Line Topology Optimization code written in Matlab
Fuente Bibliográfica	O. Sigmund,- 99 Line Topology Optimization Code - Department of Solid Mechanics, Building 404, Technical University of Denmark, DK-2800 Lyngby, Denmark.
Objetivo	Proveer la definición de cada una de las secciones que integran el código de optimización topología de 99 líneas en Matlab, saber ejecutarlo y como analizar los resultados obtenidos.
Contenido	En este artículo se encuentra el código de optimización topológica utilizado para la minimización de la conformidad de estructuras cargadas estáticamente. El código esta dividido en 36 líneas para el programa principal, 12 líneas para un optimizador, 16 líneas para establecer el filtro de malla y 35 líneas para el código de elemento finito es posible añadir más líneas dependiendo de lo que se busque y es común cuando se añade más de una carga al elemento. Este gran volumen de líneas se debe a la gran cantidad de comentarios que contiene sin embargo estos comentarios nos ayudan a entender mucho más el código el cual pretende ser utilizado únicamente en un ambiente educativo.
Palabras Clave	Optimización topología, código, Matlab
Conclusión	Es un artículo muy interesante con muchas aplicaciones su función principal es entender lo que hace el código de optimización topológica a los estudiantes y que se debe realizar con los resultados.

Propuesta de diseño

Parámetros que marcan la geometría de una bicicleta:

1. Ángulo de dirección.

Es el ángulo que forma el tubo de dirección del cuadro con respecto a la horizontal del suelo. Un ángulo en torno a 70 grados hará que la bici sea más nerviosa y muy rápida de reacciones, sobre todo a la hora de subir. Por el contrario, será más inestable a la hora de bajar. Un ángulo más cerrado (alrededor de 67-68 grados) hace que la horquilla esté más lanzada (más distancia entre ejes), con lo cual será más estable en el descenso atacando más en diagonal los impactos. Su valor oscila normalmente entre los 63 y 71 grados. En cross country rondan los 67-69 grados y en enduro y descenso se van hasta los 63-66 grados. [2]

2. Ángulo de tubo de sillín.

Es el ángulo formado entre el tubo de sillín y la horizontal del suelo. Si imaginamos un tubo de sillín perpendicular al suelo ese tubo tendría 90 grados. Partiendo de esa medida, se tienen que la mayoría de los ángulos de sillín están entre los 73 y 78 grados. Para saber este ángulo se toma como referencia el eje de pedalier y su vertical. El ángulo afecta directamente a la posición del cuerpo sobre la bici (centro de gravedad), así como a la posición de la rodilla a la hora de hacer fuerza sobre los pedales. Una posición más adelantada (ángulo más abierto) ejerce más peso del cuerpo sobre la rueda delantera con una posición más cross country, más de ataque sobre los pedales. Una posición más retrasada (ángulo más cerrado) ejerce más peso sobre la rueda trasera, lo que mejora el comportamiento para el descenso.



Figura 2. Angulo de dirección y tubo sillín

3. Tubo superior

El tubo superior es el responsable de la longitud desde el tubo de sillín hasta el manillar (tubo de dirección). Los tubos superiores han crecido de longitud notablemente, pero a la vez las potencias se han acortado mucho, con esto se intenta que el peso del cuerpo esté más equilibrado en el centro real de la bici. Además, los tubos superiores cada vez son más inclinados debido a que los cuadros son más compactos y rígidos y las tijas telescópicas cubren más rango de tallas. Los tubos superiores más largos otorgan una mayor distancia entre ejes, haciendo la bici más estable.

4. Tubo de sillín.

El tubo que alberga la tija de sillín es el determinante para saber cuál es la talla de tu bici. La distancia se mide desde el centro del eje de pedalier hasta la parte superior del tubo. Las medidas se suelen dar en pulgadas, centímetros o tallaje convencional S, M, L, XL y XXL. La longitud del tubo se ha ido acortando con los años debido a unos cuadros más compactos y rígidos, la generalización de las tijas telescópicas y la mayor inclinación de los tubos superiores (sloping).



Figura 3. Tubo superior y tubo sillín

5. Distancia entre ejes.

La distancia entre ejes se mide de centro a centro de cada uno de los ejes de las ruedas. A mayor distancia, mayor estabilidad a altas velocidades. A menor distancia, mayor rapidez de reacciones, pero menor estabilidad en alta velocidad.

6. Longitud de vainas.

Distancia que existe entre el centro del eje de la rueda trasera y el centro del eje de pedalier. En los últimos años se ha ido reduciendo notablemente, sobre todo en modelos de 29" que copan el mercado, junto con los crecientes mullet. Cuanto más cortas sean, mejor capacidad a la hora de subir, pero menor estabilidad. Cuanto más largas sean, tendremos más estabilidad a la hora de bajar, pero menos rapidez de reacciones a la hora de subir en zonas técnicas. Una medida fundamental para la distancia entre ejes y la transmisión de pedalada a la rueda trasera.



Figura 4. Distancia entre ejes y de vainas

7. Altura del eje del pedalier.

La altura de pedalier es determinante para la estabilidad y la capacidad de maniobra de la bici. Se mide desde el centro del eje de pedalier al suelo. Cuanto más bajo esté el eje de pedalier más estable será la bici, ya que el centro de gravedad queda más bajo. Un eje de pedalier más elevado hace que la bici sea algo más rápida de reacciones, pero a la vez la hace más inestable. La altura del pedalier hace además que tengamos un mejor o peor paso sobre piedras y obstáculos. Un pedalier muy bajo hace que golpeemos con frecuencia los pedales.

8. Longitud del tubo de dirección.

Es la medida del tubo que alberga el tubo de dirección de la horquilla. Su longitud se ha ido reduciendo notablemente hasta llegar a poco más de 92 mm, que es el mínimo para montar una horquilla con tubo conificado. Cuanto más corto, más bajo podemos situar la potencia y el manillar. Muy importante en modelos de largo recorrido con ruedas de diámetro de 29", donde se intenta dejar la potencia lo más baja posible para que el centro de gravedad y el reparto de pesos quede más equilibrado entre la rueda delantera y la trasera.



Figura 5. Altura del eje del pedalier y longitud del tubo de dirección

9. Offset de la horquilla.

Es la distancia que hay entre el eje de la rueda delantera y la prolongación de la línea imaginaria del ángulo que forma el tubo de dirección del cuadro. Es lo que se conoce también como avance de la horquilla. Un mayor offset confiere una mayor estabilidad y unas reacciones más nobles de la dirección.

10. Alcance (REACH).

Es la distancia horizontal entre la proyección vertical del centro del eje de pedalier y el centro del tubo de dirección en su parte más elevada. En esta medida influyen factores como la distancia del tubo superior. El alcance es una medida muy a tener en cuenta, porque ayuda a que el reparto de pesos sea más equilibrado y como consecuencia puedas llegar mejor al manillar y cargar el peso en la rueda delantera cuando lo necesites. Los tubos superiores son más largos que hace años, pero también el tubo de sillín es más vertical, lo que te acerca más al manillar.



Figura 6. Offset de la horquilla y alcance

11. Altura del cuadro (STACK).

Es la distancia en vertical entre el centro del eje de pedalier y la parte superior del tubo de dirección. Esta distancia es importante sobre todo para la altura de la parte frontal de nuestro cuadro en relación con la distancia al eje de pedalier.

12. Standover.

Es la distancia del suelo a la parte superior del tubo superior del cuadro, en el centro exacto de la bici entre los dos ejes. Esta es una medida que viene muy determinada por la altura de pedalier, el recorrido de las suspensiones y las propias formas del cuadro (sobre todo la inclinación del tubo superior). La distancia libre que se tiene hasta el tubo superior se valora cuando se está de pie con la bici entre las piernas, aunque no es siempre determinante para valorar si una talla es grande o pequeña.

13. Longitud de potencia.

Uno de los parámetros más variables y que te puede ayudar a encontrar la posición ideal encima de la bici. Tanto por longitud como por la angulación, así como por los espaciadores, puedes variar tanto la distancia del cuerpo con respecto al manillar, así como la altura de este. La potencia influye directamente en la maniobrabilidad de la bici, la posición del cuerpo y el reparto de pesos. Puede ayudar a cambiar en gran medida la posición y la manejabilidad de la bici. [2]



Figura 7. Stack, standover y longitud de potencia

Propuesta de diseño del marco de bicicleta en *Onshape*.



Figura 8. Vista lateral



Figura 9. Vista trasera

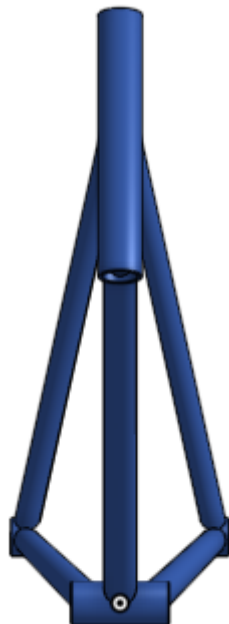


Figura 10. Vista frontal

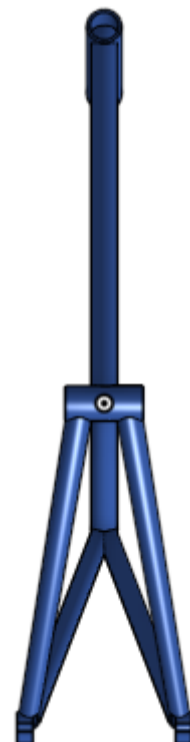


Figura 11. Vista desde abajo

Pasos de desarrollo de la programación en Matlab.

La programación anterior de la práctica 1 es bastante parecido a la aplicación de este código solamente hay que modificar ciertos parámetros para adaptarlo para que nos de la geometría deseada, los cambios que haremos son los siguientes.

Se realizará modificaciones en el código, en las siguientes líneas, para efectuar una primera optimización:

- `F(2,1)=1;`
- `fixeddofs = 2 * nelx * (nely + 1) + 1:2 * (nelx + 1) * (nely + 1);`

Modificar el valor de `a_top(20,20,0.33,3.0,1.5)`

Posteriormente se debe modificar el mismo código de la siguiente manera para concretar con una segunda optimización en la línea 55:

- `while ((l2-l1)/l2 > 1e-4)`

Agregar las siguientes líneas al código entre la línea 10 y 11 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;
```

Por último actualizar la línea 43.

- `[x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);`
- `function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)`

Insertar una línea adicional en la 57

- `xnew(find(passive)) = 0.001;`

Resultados de la optimización.

Se implementan los cambios a realizar en el código de optimización topológica de estructuras:

The screenshot shows the MATLAB Editor with the file 'P2.m' open. The code defines a function 'topp2' for topological optimization. The Command Window displays the output of the function, showing a 7x7 matrix of values (0.0010 and 1.0000) and a status bar indicating 'Ln 45, Col 32'.

```
1 %% CÓDIGO DE OPTIMIZACIÓN DE TOPOLOGÍA POR OLESGIMUND, OCTUBRE DE 1999 %%  
2 function topp2(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)  
3 nelx=20;  
4 nely=20;  
5 volfrac=0.33;  
6 penal=3.0;  
7 rmin=1.5;  
8 % INICIALIZAR  
9 x(1:nely,1:nelx) = volfrac;  
10 loop = 0;  
11 for ely = 1:nely  
12 for elx = 1:nelx  
13 if ((elx)^2+(ely-nely)^2) < (0.65*nelx)^2  
14 passive(ely,elx) = 1;  
15 else  
16 passive(ely,elx) = 0;  
17 end  
18 end  
19 end  
20 x(find(passive))==0.001;  
21 change = 1.;  
22 % INICIAR ITERACIÓN  
23 while change > 0.01  
24 loop = loop + 1;  
25 xold = x;  
26 % FE-ANÁLISIS  
27 IU1=FE(nelx,nely,x,penal);
```

Command Window Output:

0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	1.0000	1.0000	1.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	1.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000

Columns 13 through 20

1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000 <td>1.0000</td> <td>1.0000</td> <td>1.0000</td> <td>1.0000</td> <td>1.0000</td> <td>1.0000</td>	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000

UTF-8 | topp2 | Ln 45 | Col 32

The screenshot shows the continuation of the 'topp2' function in the MATLAB Editor. The Command Window displays the output of the function, showing a 7x7 matrix of values (0.0010 and 1.0000) and a status bar indicating 'Ln 45, Col 32'.

```
28 % FUNCIÓN OBJETIVA Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD  
29 [KE] = 1k;  
30 c = 0.;  
31 for ely = 1:nely  
32 for elx = 1:nelx  
33 n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;  
34 n2 = (nely+1)* elx +ely;  
35 Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2; 2*n1+1;2*n1+2],1);  
36 c = c + x(ely,elx)*penal*Ue'*KE*Ue;  
37 dc(ely,elx) = -penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;  
38 end  
39 end  
40 % FILTRADO DE SENSIBILIDADES  
41 [dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);  
42 % ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO MEDIANTE EL MÉTODO DE CRITERIOS DE OPTIMALIDAD  
43 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);  
44 % IMPRIMIR RESULTADOS  
45 change = max(max(abs(x-xold)));  
46 disp(['It.: ' sprintf('%4i',loop) 'Obj.: ' sprintf('%10.4f',c) ...  
47 ' Vol.: ' sprintf('%6.3f',sum(sum(x))/(nelx*nely)) ...  
48 ' ch.: ' sprintf('%6.3f',change)])  
49 % GRAFICANDO LA DENSIDAD  
50 colormap(gray); imagesc(-x); axis equal; axis tight; axis off; pause(1e-6);  
51 end  
52 title('Análisis y diseño del marco de una bicicleta con MATLAB');  
53 %***** ACTUALIZACIÓN DE LOS CRITERIOS DE OPTIMALIDAD *****  
54 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
```

Command Window Output:

xnew =

Columns 1 through 12

1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	0.0010	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.0010	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000
0.0010	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.0010	0.0010	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.0010	0.0010	0.0010	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000
0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0000

UTF-8 | topp2 | Ln 45 | Col 32

Código de la Programación en Matlab:

```
%%% CÓDIGO DE OPTIMIZACIÓN DE TOPOLOGÍA POR OLESIGMUND, OCTUBRE DE 1999 %%%
function topp2(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
nelx=20;
nely=20;
volfrac=0.33;
penal=3.0;
rmin=1.5;
% INICIALIZAR
x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
loop = 0;
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;
change = 1.;
% INICIAR ITERACIÓN
while change > 0.01
loop = loop + 1;
xold = x;
% FE-ANALISIS
[U]=FE(nelx,nely,x,penal);
% FUNCIÓN OBJETIVA Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
[KE] = lk;
c = 0.;
for ely = 1:nely
for elx = 1:nelx
n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
n2 = (nely+1)* elx +ely;
Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2; 2*n1+1;2*n1+2],1);
c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
dc(ely,elx) = -penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
end
end
% FILTRADO DE SENSIBILIDADES
%[dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
% ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO MEDIANTE EL MÉTODO DE CRITERIOS DE OPTIMALIDAD
[x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);
% IMPRIMIR RESULTADOS
change = max(max(abs(x-xold)));
disp(['It.: ' sprintf('%4i',loop) 'Obj.: ' sprintf('%10.4f',c) ...
' Vol.: ' sprintf('%6.3f',sum(sum(x))/(nelx*nely)) ...
' ch.: ' sprintf('%6.3f',change )])
% GRAFICANDO LA DENSIDAD
colormap(gray); imagesc(-x); axis equal; axis tight; axis off; pause(1e-6);
end
title('Análisis y diseño del marco de una bicicleta con MATLAB');
%%%%%%%%%% ACTUALIZACIÓN DE LOS CRITERIOS DE OPTIMALIDAD %%%%%%%%%%
function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
while ((l2-l1)/l2 > 1e-4)
lmid = 0.5*(l2+l1);
xnew(find(passive))=0.001
xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
```

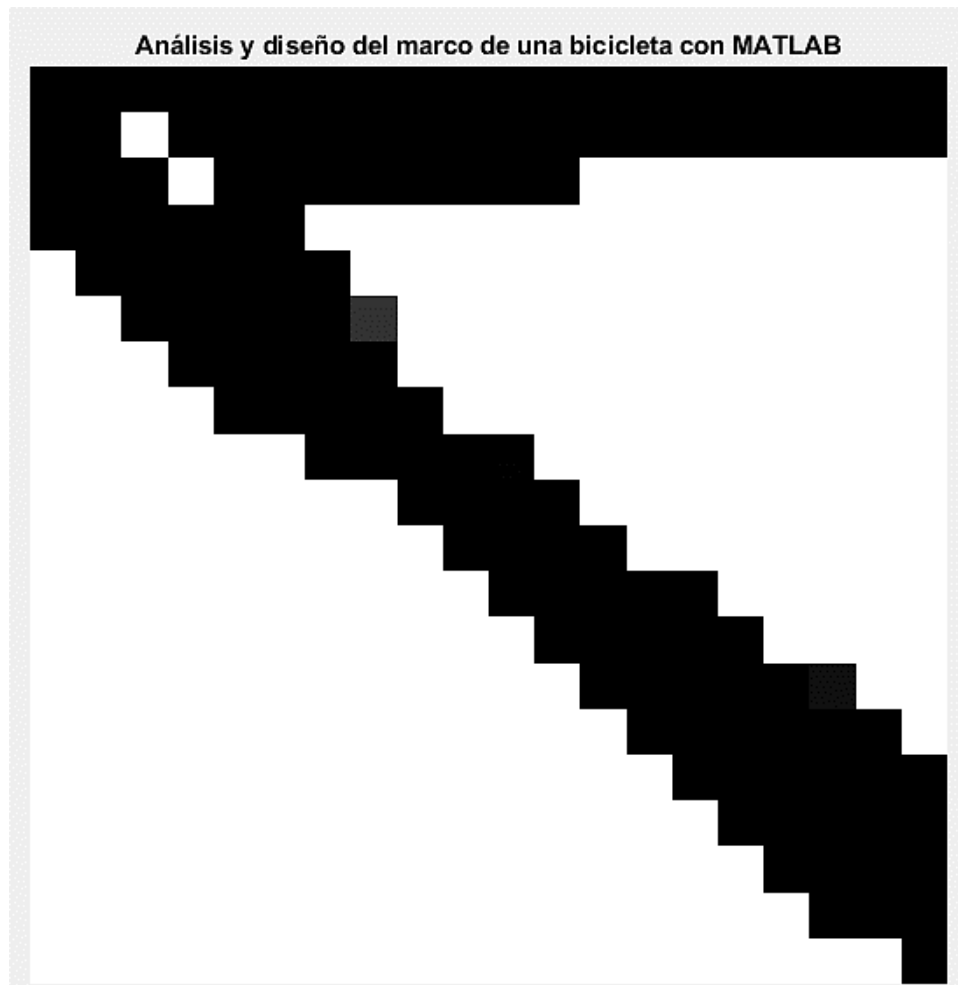


```

if sum(sum(xnew)) - volfrac*nex*nely > 0;
l1 = lmid;
else
l2 = lmid;
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% FILTRO DE INDEPENDENCIA DE MALLA %%%%%%%%%%%%%%
function [dcn]=check(nex,nely,rmin,x,dc)
dcn=zeros(nely,nex);
for i = 1:nex
for j = 1:nely
sum=0.0;
for k = max(i-round(rmin),1):min(i+round(rmin),nex)
for l = max(j-round(rmin),1):min(j+round(rmin), nely)
fac = rmin-sqrt((i-k)^2+(j-l)^2);
sum = sum+max(0,fac);
dcn(j,i) = dcn(j,i) + max(0,fac)*x(l,k)*dc(l,k);
end
end
dcn(j,i) = dcn(j,i)/(x(j,i)*sum);
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% FE-ANALISIS %%%%%%%%%%%%%%
function [U]=FE(nex,nely,x,penal)
[KE] = lk;
K = sparse(2*(nex+1)*(nely+1), 2*(nex+1)*(nely+1));
F = sparse(2*(nely+1)*(nex+1),1); U =sparse(2*(nely+1)*(nex+1),1);
for ely = 1:nely
for elx = 1:nex
n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
n2 = (nely+1)* elx +ely;
edof = [2*n1-1; 2*n1; 2*n2-1; 2*n2; 2*n2+1;2*n2+2;2*n1+1; 2*n1+2];
K(edof,edof) = K(edof,edof) + x(ely,elx)^penal*KE;
end
end
% DEFINIR CARGAS Y SOPORTES
F(2,1) = 1;
fixeddofs =2*nex*(nely+1)+1:2*(nex+1)*(nely + 1);
alldofs = [1:2*(nely+1)*(nex+1)];
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
% RESOLVIENDO 127
U(freedofs,:) = K(freedofs,freedofs) \F(freedofs,:);
U(fixeddofs,:)= 0;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% MATRIZ DE RIGIDEZ DE ELEMENTOS %%%%%%%%%%%%%%
function [KE]=lk
E = 1.;
nu = 0.3;
k=[ 1/2-nu/6 1/8+nu/8 -1/4-nu/12 -1/8+3*nu/8 ...
-1/4+nu/12 -1/8-nu/8 nu/6 1/8-3*nu/8];
KE = E/(1-nu^2)*[ k(1) k(2) k(3) k(4) k(5) k(6) k(7) k(8)
k(2) k(1) k(8) k(7) k(6) k(5) k(4) k(3)
k(3) k(8) k(1) k(6) k(7) k(4) k(5) k(2)
k(4) k(7) k(6) k(1) k(8) k(3) k(2) k(5)
k(5) k(6) k(7) k(8) k(1) k(2) k(3) k(4)
k(6) k(5) k(4) k(3) k(2) k(1) k(8) k(7)
k(7) k(4) k(5) k(2) k(3) k(8) k(1) k(6)
k(8) k(3) k(2) k(5) k(4) k(7) k(6) k(1)];

```

Resultados obtenidos de la optimización con Matlab:



Conclusiones del Equipo 1

Susana Rubio Medina. – En esta práctica pudimos reforzar el tema de la optimización topológica aplicándola al marco de una bicicleta, con el objetivo de aligerar la estructura de forma óptima y de manera que nos permita mantener la funcionalidad mecánica del marco, para ello se realizó un análisis de la geometría lo cual nos permitió generar un diseño estructural enfocado en los puntos de mayor carga. Gracias a la practica 1 ya contábamos con un código para el análisis de piezas, por lo cual solo se le realizaron las modificaciones necesarias para poder obtener la optimización del marco efectivo de una bicicleta.

Melissa Lizeth Galindo Reyes. En esta práctica aplicamos el tema visto en la práctica anterior sobre la optimización topológica pero ahora en una aplicación más específica como la del marco de una bicicleta, esto con el objetivo de ver cómo este método de trabajo y estudio nos permite realizar y alcanzar objetivos específicos donde queramos llegar en este caso por medio de los parámetros de geometria y con el desarrollo e implementación del código en MATLAB para ver su simulación.

Oziel Alberto Torres Villarreal. – En esta práctica pudimos observar como a partir de un diseño de una geometría, y tener en cuenta los lugares donde hay mayor carga, esto último fue lo que se tomó en cuenta al momento de realizar la optimización topológica el cual ya teníamos, gracias a la práctica anterior y solo fue necesario hacer unos ajustes en la geometría y en las cargas para obtener un resultado esperado. Estos análisis son sumamente importantes al momento de saber cuánto material se va a utilizar y que la bicicleta posea la resistencia adecuada para su uso y así que sea más segura para el usuario.

Gabriel Eduardo Vázquez Ortega. – En esta segunda práctica le dimos una aplicación a lo que es la optimización topológica, realizando una geometría de una bicicleta; se podría decir que fue fácil realizarla debido a que teníamos ya el código de la anterior práctica, solamente teníamos que hacerle un par de modificaciones para que nos diera el resultado del marco de la bicicleta; para finalizar obviamente no se tomó en cuenta el material de la bicicleta, ya que, si se toma, tendríamos ver un poco más a fondo las propiedades de este, resistencia, tamaño, peso, (e incluso pudiera ser cambiar el código) entre otras cosas, pero estamos conscientes de ello.

José Manuel Reséndiz García. – Fue similar a la práctica anterior, pero con otra geometría a realizar que no se puede hacer como en el código original, se tuvieron que hacer ciertas modificaciones para que pueda dar la geometría correcta. En esta práctica no tuve duda al respecto es bastante ameno las instrucciones para realizarlas espero en futuras practicas ver algo diferente con respecto a la programación.

Miguel Ángel Martínez Villanueva. – Con esta práctica volvimos a retomar el tema de la optimización topológica de un objeto, figura o estructura, solo que ahora nos ayudamos de esta herramienta para una aplicación en específico que fue el diseño del marco de una bicicleta. Gracias a la práctica aprendimos a usar más a fondo lo de la optimización topológica que va de la mano con que ahora sabemos más aplicaciones del software de Matlab, desarrollando la optimización de esta estructura, además que aprendimos más sobre el diseño de estructura de la bicicleta, para nosotros darnos una idea de cómo sería la estructura a optimizar.

Bibliografía

- ✓ De Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (Ed.). (2013). Herramienta de diseño bidimensional que integra optimización, topología y forma. MEMORIAS DEL XIX CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM. http://somim.org.mx/memorias/memorias2013/pdfs/A1/A1_35.pdf [1]
- ✓ Álvarez, A. (s. f.). Geometría de la bici de MTB: medidas, ángulos y lo que significan. Recuperado 15 de septiembre de 2022, de <https://www.mtbpro.es/afondo/geometria-de-la-bici-de-mtb-medidas-angulos-y-lo-que-significan#:~:text=La%20geometr%C3%ADa%20de%20una%20bici%20mide%20las%20longitudes,forma%20de%20los%20tubos%20sea%20convencional%20para%20medirlos>. [2]
- ✓ Optimización Topológica | Catec. (s. f.). Recuperado 15 de septiembre de 2022, de <http://www.catec.aero/es/materiales-y-procesos/1%C3%ADnea-de-investigaci%C3%B3n/optimizaci%C3%B3n-topol%C3%B3gica> [3]
- ✓ Kristy Foss. PEDALIA, ¿Qué material es el mejor para el cuadro de mi bicicleta?, Recuperado: 19 de septiembre de 2022, URL: <https://pedalia.cc/material-mejor-cuadro-bicicleta/>[4]