

**Laboratorio de Biomecánica**

**Práctica 2: Diseño de marco de una bicicleta**

<b>Nombre</b>	<b>Matrícula</b>	<b>Carrera</b>
Víctor Hugo Puente Álvarez	1929757	IMTC
Alejandro Hernández Navarro	1923272	IMTC
Angela Rodríguez Flores	1896624	IMTC
Diego Ávila González	1853396	IMTC
Osiris Acosta Cisneros	1992234	IMTC

**Día y Hora:** Martes V1

**Brigada:** 204

**Docente:** Isaac Estrada

**Fecha de entrega:** 12 de septiembre de 2022

## 1) Nombre y definición de la forma geométrica

El objetivo es presentar una propuesta de análisis de formas para una optimización de descripción funcional para características de trabajo en específico y sus ventajas.

En esta práctica la forma geométrica que se propuso a optimizar fué un marco de bicicleta haciendo uso del algoritmo de optimización topológica con el fin de conseguir una optimización que arroje un resultado lo más parecido a los marcos de bicicletas comunes con marcos rígidos, ya que hoy en día en el mercado suelen encontrarse diseños nada cómodos y poco ergonómicos dejando a mucha gente insatisfecha con la compra, pero de la misma manera mejorar estos aspectos, en este caso el marco suele ser muy complicado.

## 2) Estado del arte

El cuadro, bastidor, chasis o marco de bicicleta, dependiendo de región o nacionalidad, es la pieza básica de una bicicleta, en la cual se fijan los otros componentes como la horquilla, las ruedas, el sillín, el manillar, etc. Simplificando, se trata de conseguir una estructura rígida capaz de soportar grandes esfuerzos y cuanto más grande el cuadro, menos rígido va a resultar.



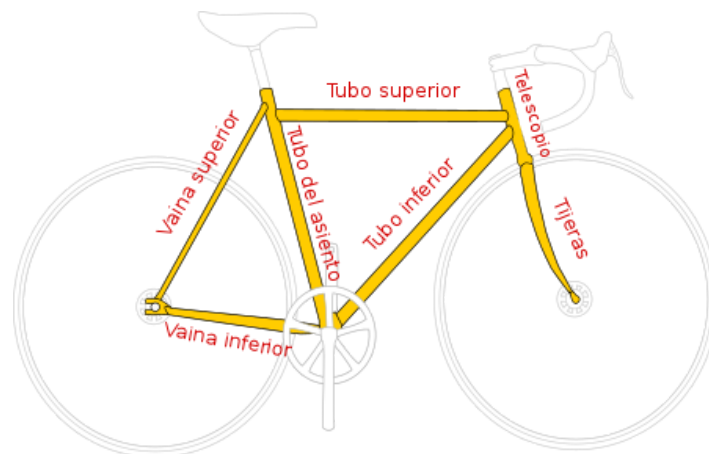
**Figura 1.** Bicicleta y sus partes

Si observas el cuadro, podrás distinguir dos “triángulos”. El frontal, que no es precisamente un triángulo; se conforma por el tubo del asiento, el tubo superior, el tubo inferior y el tubo de la dirección. Por su parte, el triángulo trasero está formado por las vainas superiores e inferiores y el tubo del asiento.

## Geometría del marco

La longitud de los tubos, y los ángulos a los que están unidos definen la geometría del cuadro. Los ángulos habituales a los que se hace referencia en el diseño del cuadro son el ángulo del tubo frontal (de dirección) y el ángulo del tubo del asiento. Estos ángulos se miden generalmente con referencia al horizontal. El rango típico es entre  $68^{\circ}$  a  $75^{\circ}$  grados.

En general, las bicicletas con ángulos más relajados (números más bajos) tienden a ser más estables y cómodas. Las bicicletas con ángulos más cerrados o pronunciados, más verticales (números más altos) tienden a ser maniobrables, pero menos cómodos en superficies rugosas. Cuadros con ángulos más relajados tienden a tener distancias entre ejes más largas que los cuadros más verticales, bicicletas con ángulos relajados suelen tener mayor ángulo de horquilla. Todos estos factores contribuyen a las características de conducción.



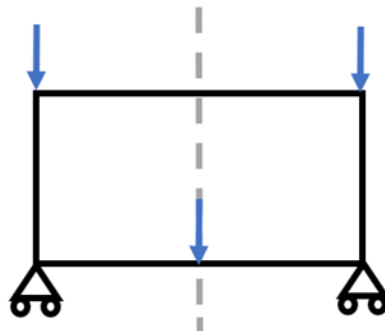
**Figura 2. Partes de la bicicleta**

El sistema estándar tradicional era medir desde el centro del eje de pedalier hasta la parte superior del tubo del asiento donde se introduce la tija de sillín, esto es si había un tubo superior horizontal. Hoy en día con la variedad de ángulos del tubo superior, la altura del tubo de asiento ya no es la dimensión del cuadro más importante. Más determinante es la forma real que el ciclista se sentará en la bicicleta es la longitud del tubo superior.

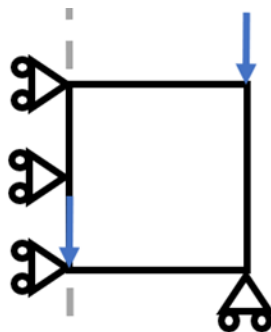
### 3) Propuesta de diseño de la geometría, alcances y limitaciones.

Para la propuesta de geometría para el marco de la bicicleta se propone una geometría simple, un rectángulo, en este se agregan las restricciones y cargas necesarias para que al aplicarle el algoritmo de optimización topológica se pueda optimizar la geometría, así quedando una geometría parecida a los marcos de bicicleta más comunes.

En la geometría propuesta se agregaron dos apoyos, estos corresponden a las ruedas, la delantera y la trasera, por otra parte, se colocarán tres cargas, correspondientes a la fuerza aplicada por el peso de la persona, el apoyo de las manos en el manubrio y la fuerza del peso de las piernas sobre los pedales, las primeras dos fuerzas van en las esquinas superiores del rectángulo y la tercera va en la parte inferior justo en el centro, esto se hace con la finalidad de simplificar la geometría al momento de optimizar la misma.



*Imagen 2.x. Propuesta de geometría.*



*Imagen 2.x. Simplificación de la geometría.*

Para la limitación del problema, se trató de simplificar lo más posible para que al momento al realizar la solución del problema se pudiera resolver el problema; el alcance de esto, trata en buscar optimizar la geometría planteada, en este caso se tiene una geometría sencilla por lo mismo de tratar simplificar y querer quitar masa de la geometría, al optimizar la geometría esta podría llegarse a parecerse a lo que normalmente se tiene de concepto un marco de bicicleta.

#### 4) Pasos del desarrollo de la programación

Código:

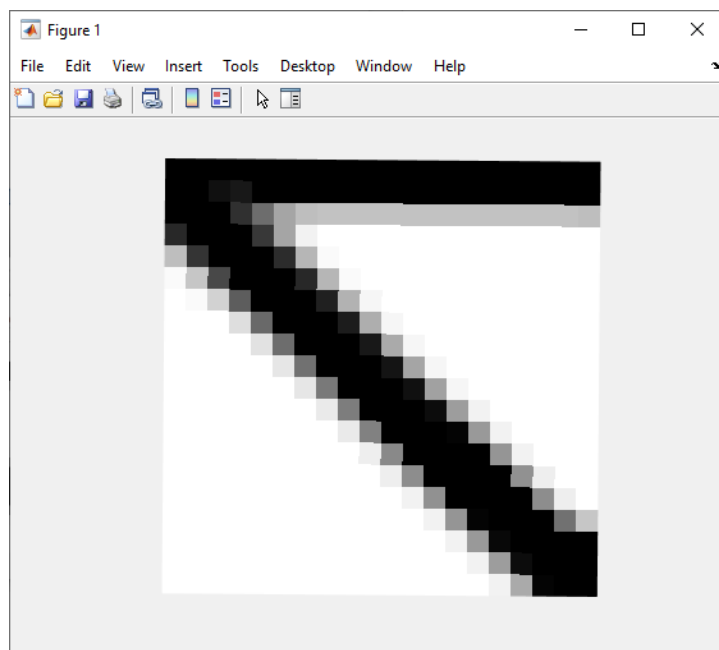
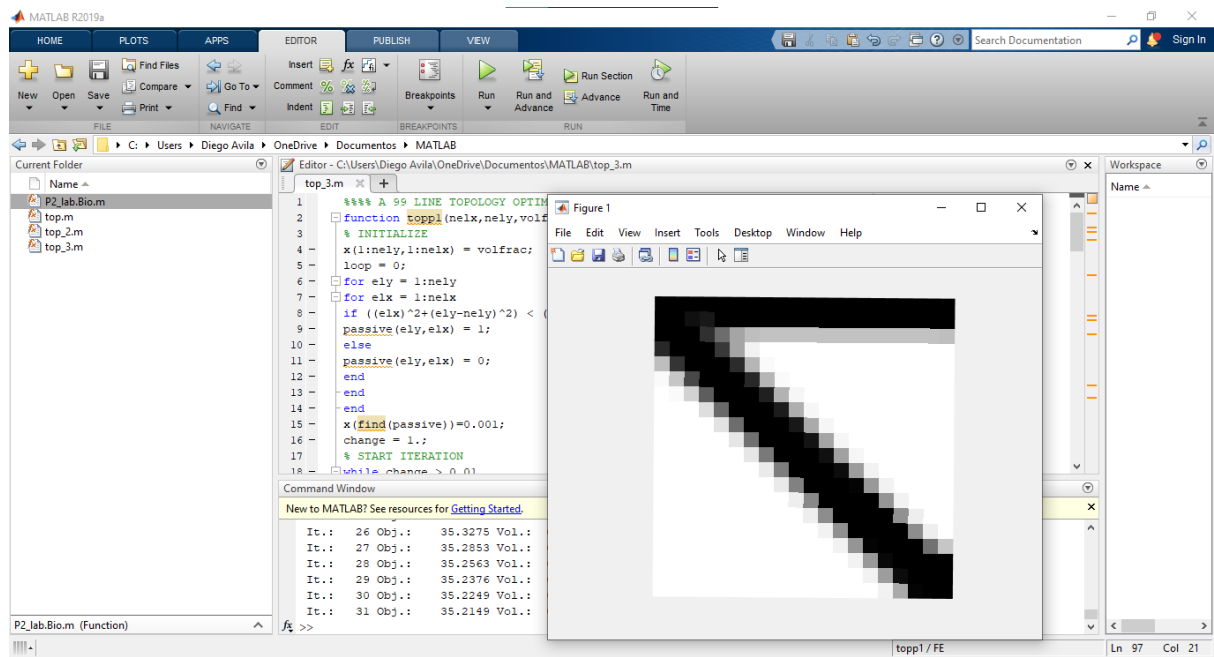
```
%%%%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLESIGMUND, OCTOBER 1999 %%%
function topp1(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
% INITIALIZE
x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
loop = 0;
for ely = 1:nely
for elx = 1:nelx
if ((elx)^2+(ely-nely)^2) < (0.65*nelx)^2
passive(ely,elx) = 1;
else
passive(ely,elx) = 0;
end
end
end
x(find(passive))=0.001;
change = 1.;
% START ITERATION
while change > 0.01
loop = loop + 1;
xold = x;
% FE-ANALYSIS
[U]=FE(nelx,nely,x,penal);
% OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
[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
% FILTERING OF SENSITIVITIES
%[dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
% DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
[x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);
% PRINT RESULTS
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 )])
% PLOT DENSITIES
colormap(gray); imagesc(-x); axis equal; axis tight; axis off;pause(1e-6);
end
%%%%%%%%%%%%% OPTIMALITY CRITERIA UPDATE %%%%%%%%%%%%%%
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*nelx*nely > 0;
l1 = lmid;
```

```

else
l2 = lmid;
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% MESH-INDEPENDENCY FILTER %%%%%%%%%%%%%%
function [dcn]=check(nelx,nely,rmin,x,dc)
dcn=zeros(nely,nelx);
for i = 1:nelx
for j = 1:nely
sum=0.0;
for k = max(i-round(rmin),1):min(i+round(rmin),nelx)
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-ANALYSIS %%%%%%%%%%%%%%
function [U]=FE(nelx,nely,x,penal)
[KE] = lk;
K = sparse(2*(nelx+1)*(nely+1), 2*(nelx+1)*(nely+1));
F = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),1); U =sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),1);
for ely = 1:nely
for elx = 1:nelx
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
% DEFINE LOADSAND SUPPORTS(HALF MBB-BEAM)
F(2,1) = 1;
fixeddofs =2*nelx*(nely+1)+1:2*(nelx+1)*(nely + 1);
alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
% SOLVING 127
U(freedofs,:) = K(freedofs,freedofs) \F(freedofs,:);
U(fixeddofs,:)= 0;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% ELEMENT STIFFNESS MATRIX %%%%%%%%%%%%%%
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)];

```

## 5) Resultados de la optimización



## **Conclusiones**

### Diego Ávila González

En esta práctica pudimos observar cómo se puede implementar la optimización topológica en diferentes aspectos de la vida diaria y en objetos que usamos todo los días, en este caso nos todo el caso de un marco de una bicicleta y como éste se puede representar en un código de Matlab y también observar cómo influyen las cargas en el diseño del marco ya que las cargas son la principal variables para crear el diseño en el software.

### Osiris Acosta Cisneros:

En este trabajo volvimos a hacer uso del algoritmo para la optimización de una topología, pero ahora orientado a optimizar una geometría completamente distinta, a un marco de bicicleta. Pude aprender mediante el desarrollo e investigación de esta práctica sobre el diseño y estructura del marco de una bicicleta o conocido comúnmente como cuadro y la importancia de una buen optimización en sus formas y largos para una correcta distribución de los pesos y un óptimo diseño para la conexión con el resto de las partes de la bicicleta.

### Alejandro Hernandez Navarro:

En esta práctica se volvió a utilizar el algoritmo de optimización topologica, solo que ahora enfocado en el marco de una bicicleta con el fin de optimizar su estructura. Mediante Matlab se implementó la codificación y pudimos observar la manera en la que las cargas influyen en el diseño del marco.

### Victor Hugo Puente Alvarez:

Por medio de esta practica reforzamos lo aprendido en la practica 1 y ahora optimizamos el marco de una bisicleta que ya es un ejemplo de la optimizacion topologica en la vida diaria y como se nos puede presentar este problema y pues como ventaja observe que podemos dar nuestra prospia geometria de la bicicleta como el marco que lo realizamos por medio de matlab y asi pudimos observar que como serian las cargas de cada punto y como seria una mejor distribucion y geometria de tal manera que sea resistente y se busco minimazar el marco para que aumente su rigidez.

### Angela Rodriguez Flores:

Para esta práctica se optimizó un marco de bicicleta haciendo uso del algoritmo de optimización topológica, se propuso una geometría para el marco de la bicicleta



agregando elementos como los apoyos, aparte se mostraron los pasos del desarrollo de la programación los cuales se demostraron en el programa matlab para poder observar mejor los resultados de lo que se deseaba obtener.