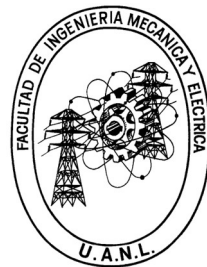


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



Laboratorio de Biomecánica

ACTIVIDAD #2 – DISEÑO DEL MARCO DE UNA BICICLETA

Grupo: 109

Día: Lunes

Hora: N5

Equipo 7.

Nombre	Matrícula	Carrera
Raúl Delgado Saucedo	1796823	IMTC
Juan Alberto García Bautista	1895055	IMTC
Jorge Eduardo García Saavedra	1991794	IMTC
Angel Eduardo Gonzalez Melendres	1905230	IMTC
Kevin Francisco Rojas Robles	1942760	IMTC

Date: 05/09/2022.

Objetivo

Plantear, diseñar y desarrollar el diseño de una bicicleta considerando sus variables físicas y dinámicas por medio de un código programado en Matlab cuyo propósito sea el de un transporte más optimo y eficaz.

Estado del arte

Actualmente, en el mundo se busca tener diseños cada vez más eficientes, su busca disminuir la forma como volumen o peso y que soporte las mismas condiciones. En este caso se busca encontrar un diseño de marco de bicicleta eficiente capaz de acoplarse a las necesidades del usuario, debido a que el marco de bicicleta es parte fundamental del transporte, que ayuda a sostener todas las partes de este sostenidas.

La bicicleta es un medio de transporte de dos ruedas caracterizado por su movimiento que requiere únicamente del esfuerzo humano para su movimiento. A lo largo de los años se ha modificado su diseño para tener uno más eficiente, seguro y atractivo al público y el avance tecnológico ha conseguido mejorar la calidad de los materiales.

Desde su invención en 1817 por el alemán Karl Freiherr von Drais, ha tenido distintas modificaciones, como es la adición los pedales en la rueda delantera en 1840, siguiendo vino la famosa bicicleta con la rueda delantera más grande, hasta llegando 1885 cuando John Starley desarrolló la bicicleta de seguridad que es la base de la que conocemos hoy en día. También existen distintos tipos de bicicleta que se adaptan a su finalidad. Está la bicicleta montañera, donde la resistencia de sus componentes es esencial por el medio donde se utiliza que son terrenos irregulares por lo que tiene que resistir impactos. La bicicleta de ruta tiene un diseño más ligero y aerodinámico, donde se busca a disminuir el peso. Y así hay más ejemplo con características distintas.

El componente que se trabajará es el marco el cual soporta el resto de los componentes, y es el que le da la rigidez al vehículo, su diseño se verá modificado dependiendo de la utilidad que se le dará, aunque la forma se ha visto mantenida. Dependiendo del peso y la rigidez se afectará la

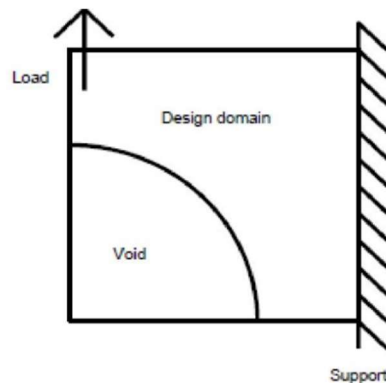
maniobrabilidad, donde la rigidez aportará estabilidad a los esfuerzos a los que se ven sometida la bicicleta, y buscando sintetizar el peso.

En este trabajo se realiza el diseño de la forma mediante optimización topológica, técnica ya conocida relacionada al estudio de estructuras, con el objetivo de determinar la geometría óptima de un componente analizando y simplificando su configuración de forma y así obtener resultados que maximicen o minimicen alguna característica específica que se busque, en este caso el peso.

Además, se tiene una pieza a optimizar, como se explicó anteriormente, el marco de la bicicleta, se han desarrollado estudios y mejoras de diseño los cuales ayudan a que estos medios de transporte sean más confortables, seguros y confiables. Por ejemplo, está el estudio realizado por Remache Álvaro, Leguisamo Julio y Tamayo Edwin; plantearon la optimización topológica al marco de una motocicleta de competición con la finalidad de obtener un menor peso conservando las propiedades mecánicas del material para un mayor rendimiento y maniobrabilidad en la motocicleta. Se distribuyeron los esfuerzos adecuadamente con la optimización topológica y se realizaron pruebas estáticas y simulaciones mediante el software SolidWorks Simulation. Como resultado del estudio se obtuvo una disminución del 67% del peso original y un valor de 1.4 con respecto al factor de seguridad (Remache, Leguisamo, and Tamayo 2019).

Propuesta de diseño de la geometría, alcances y limitaciones

El espacio de diseño de nuestro problema es el siguiente:



En nuestro caso el programa que vamos a utilizar es el “A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE” de OLE SIGMUND, enero 2000.

Un problema de optimización de topología se puede definir como un problema de programación binaria en el que el objetivo es encontrar la distribución de material en un área o volumen prescrito denominado dominio de diseño. Nuestro código en Matlab dará un área 2d en nuestro dominio de diseño. Por lo tanto, este caso de estudio se limita y no podremos encontrar un volumen para nuestro diseño.

Pasos del desarrollo de la programación

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.

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);`

```

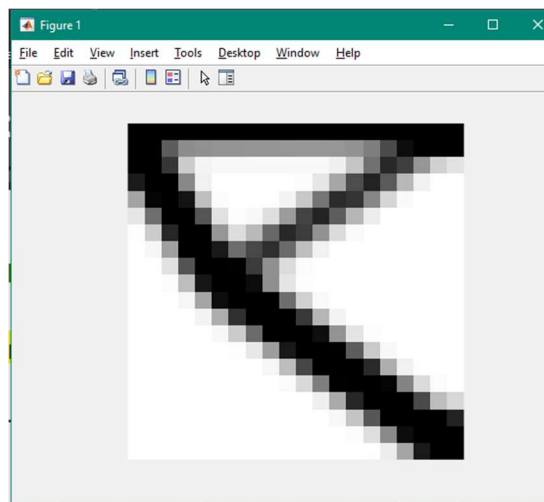
79 % DEFINE LOADS AND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
80 F(2,1) = 1;
81 fixeddofs = 2*nex*(nely + 1) + 1:2*(nex + 1)*(nely + 1);
82 alldofs = [1:2*(nely+1)*(nex+1)];
83 freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);

```

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

➤ `top(20,20,0.33,3.0,1.5)`

Posteriormente obtenemos esta imagen.



Para ser más realista se tiene que modificar el modulo de Young en el código, el cual, aparece en la línea 89:

```

87 %%%%%%%%% ELEMENT STIFFNESS MATRIX %%%%%%%%%
88 function [KE]=lk
89 E = 1.;
90 nu = 0.3;
91 k=[ 1/2-nu/6 1/8+nu/8 -1/4-nu/12 -1/8+3*nu/8 ...
92    -1/4+nu/12 -1/8-nu/8 nu/6 1/8-3*nu/8];
93 KE = E/(1-nu^2)*[ k(1) k(2) k(3) k(4) k(5) k(6) k(7) k(8)
94                  k(2) k(1) k(8) k(7) k(6) k(5) k(4) k(3)
95                  k(3) k(8) k(1) k(6) k(7) k(4) k(5) k(2)
96                  k(4) k(7) k(6) k(1) k(8) k(3) k(2) k(5)
97                  k(5) k(6) k(7) k(8) k(1) k(2) k(3) k(4)
98                  k(6) k(5) k(4) k(3) k(2) k(1) k(8) k(7)
99                  k(7) k(4) k(5) k(2) k(3) k(8) k(1) k(6)
100                 k(8) k(3) k(2) k(5) k(4) k(7) k(6) k(1)];
101 %

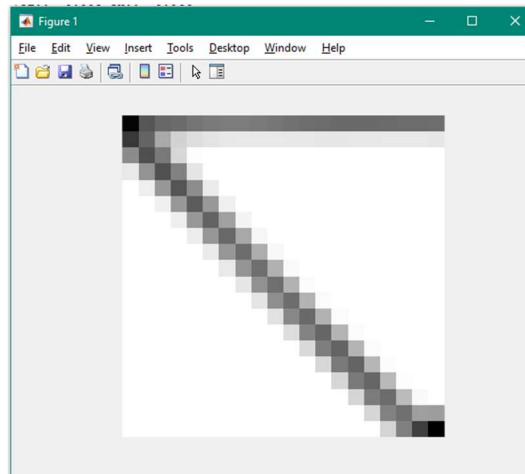
```

Comúnmente $E=2 \cdot 10^{11} \text{N/m}^2$

```

88 function [KE]=lk
89 E = 2*10e11;

```



Los elementos finitos también se describen con un tamaño de una vez por unidad. Dado que estos valores son simplemente correcciones de escala, no es necesario cambiarlos necesariamente para alcanzar los valores de optimización adecuados. Para mantener la precisión al resolver las ecuaciones, puede cambiar la línea 41 de la siguiente manera:

```

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)
42     lmid = 0.5*(l2+l1);
43     xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
44     if sum(sum(xnew)) - volfrac*nelx*nely > 0;
45         l1 = lmid;
46     else
47         l2 = lmid;
48     end
49 end

```

Agregamos entre la línea 5 y 6 lo siguiente

```

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

```

Además, se modificará lo siguiente:

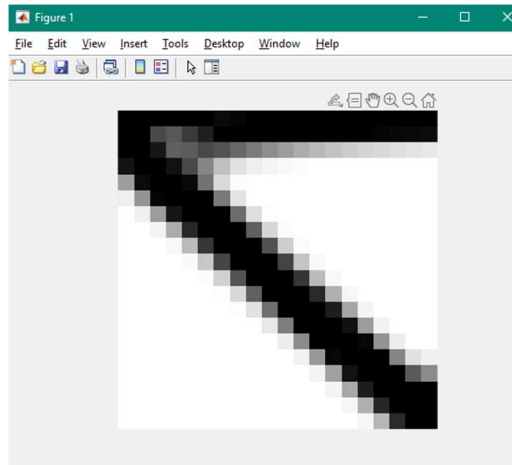
```

48  %%%%%%%%%% OPTIMALITY CRITERIA UPDATE %%%%%%%%%%%%%%
49  function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
50  l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
51  while ((l2-l1)/l2 > 1e-4)
52      lmid = 0.5*(l2+l1);
53      xnew(find(passive)) = 0.001;
54      xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
55      if sum(sum(xnew)) - volfrac*nelx*nely > 0;
56          l1 = lmid;
57      else
58          l2 = lmid;
59      end
60  end

```

Resultados de la optimización

Lo anterior va a generar algo más parecido a la bicicleta para un hombre, el marco frontal se muestra en la siguiente figura:



Conclusión

Raul Delgado Saucedo

En esta práctica aprendimos sobre la importancia del diseño de un cuadro de bicicleta siendo esta la estructura rígida que une todos los componentes de la bicicleta fijando el cuadro al manillar, la horquilla, el sillín, la rueda trasera, la transmisión y los frenos. El sistema mecánico de la bicicleta fue más interesante de lo que imagine ya que con la simulación se comprendió la importancia de los parámetros físicos que se usan.

Jorge Eduardo García Saavedra:

Finalmente, esta práctica nos muestra cómo se puede optimizar alguna pieza y sintetizar la estructura, mediante la forma del marco de bicicleta ya que actualmente las nuevas tecnologías dan posibilidad a modificar componentes para hacerlos más eficientes.

Juan Alberto García Bautista:

En la práctica se estudió el marco de una bicicleta en la cual se usó un código de MATLAB, este código es similar al código de 99 líneas, anteriormente usado en la practica 1, la diferencia estaba en ciertos códigos que nos permiten adecuar el código para esta práctica. En primer lugar, podemos ver desde la práctica 1 que nos proporcionó que el tamaño de la malla tiene un impacto significativo en el diseño final. Al insistir en que el resultado no sea en blanco y negro, podemos ver que el diseño ha perdido su nitidez y parece considerablemente diferente. Para obtener una

imagen más limpia que la anterior, podemos suavizar los bordes del resultado final del diseño mediante el uso de un filtro. Con esto, podemos ver que las diversas funciones en el código nos permiten crear una variedad de diseños.

Kevin Francisco Rojas Robles:

La optimización de nuestro entorno puede traer consigo mismo muchas ventajas ante nuestras perspectivas. La presente practica el encuentro de interés personal debido a los parámetros intrínsecos que se encuentran dentro de ella, que en su mayoría de casos son pasados desapercibidos o ignorados, pero en este caso en particular son tomados en cuenta para encontrar una correlación entre parámetros físicos y diseño del medio de transporte más popular: La bicicleta y, que a su vez, esta esté acorde a nuestras necesidades o de quién la requiera.

Angel Eduardo Gonzalez Melendres

En esta práctica se aprendió a desarrollar el diseño de una bicicleta considerando sus variables físicas y dinámicas por medio de un código programado en Matlab cuyo propósito sea el de un transporte más optimo y eficaz. El marco de la bicicleta, se han desarrollado estudios y mejoras de diseño los cuales ayudan a que estos medios de transporte sean más confortables, seguros y confiables.