

# **Universidad Autónoma de Nuevo León**

## **Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

### **Laboratorio Biomecánica**

#### **Practica #4**

<b>Nombre</b>	<b>Matricula</b>
Luis García González	1604958
Adan Asis Briones Torres	1732258
Sergio Esteban Cantú Carrasco	1863714
Oscar Marcelo Fragoso Martínez	1894650
Alfredo Cárdenas Mena	1902495

**Instructor: Dra. Yadira Moreno Vera Brigada: 109**

**No. De equipo: #3 Semestre: Agosto-Diciembre 2022**

**Hora: Lunes N5 Fecha: 24/10/2022**

**Lugar: Ciudad Universitaria, San Nicolas de los Garza,  
N.L, México**

## **OBJETIVO**

Introducir al estudiante al estudio con múltiples cargas y que tome en consideración cuales son las implicaciones que esto conlleva

## **ESTADO DEL ARTE**

El teleférico es un sistema de transporte no tripulado aéreo constituido por cabinas colgadas de una serie de cables que se encargan de hacer avanzar a las unidades a través de las estaciones. Cuando las cabinas van por tierra se denomina funicular.

Las primeras civilizaciones que hicieron uso del transporte por cable fueron las orientales (China, Japón e India) y la antigua civilización inca de Perú.

Ventajas del cable teleférico:

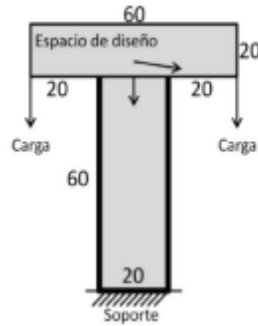
- Alta resistencia de tensión, lo que resulta en el desempeño de cables de rendimiento superior (= alta carga de rotura para el diámetro de cable establecido).
- Excelente ductilidad del alambre, lo cual resulta en propiedades de torsión de la cuerda óptimas a la fatiga.
- Alambre adecuado para usos compactos y no compactos.
- Gran utilidad y confiabilidad de rendimiento.

Aplicaciones:

- Deporte y ocio.
- Alambre para vías de cuerda aérea.
- Alambres para cables para remolques de esquíes (elevadores de persona).
- Alambres para cables para elevadores de sillas y elevadores de góndola.
- Alambre para cables de transporte para funiculares.
- Alambre para teleféricos para transporte de personas.
- Alambre para cable para transporte de material (grúas de cuerda/vías de cuerda para fletes).

## **PROPUESTA DE DISEÑO DE LA GEOMETRÍA, ALCANCES Y LIMITACIONES**

Se tomarán ciertas consideraciones para la solución de esta práctica: 2 cargas, los apoyos tendrán restricciones en  $Y''$  y el espacio de diseño para esta práctica será de:



El resultado de la optimización no tendrá en cuenta cargas como viento. El espacio de diseño es un área y que por tanto nuestro resultado final no nos arrojará información de sus dimensiones en el plano lateral.

## PASOS DEL DESARROLLO DE LA PROGRAMACIÓN

Declaración de vacío de la figura T

```

1      %%%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLE SIGMUND, OCTOBER 1999 %%%
2      function new_pr42_f(nelx,nely,volfrac,penal,rmin);
3      % INITIALIZE
4      x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
5      for ely = 1:nely
6          for elx = 1:nelx
7              if ely>21
8                  if elx<21
9                      passive(ely,elx) = 1;
10                 elseif elx>41
11                     passive(ely,elx)=1;
12                 else passive(ely,elx) = 0;
13             end
14         end
15     end
16 end

```

Declaración de fuerzas:

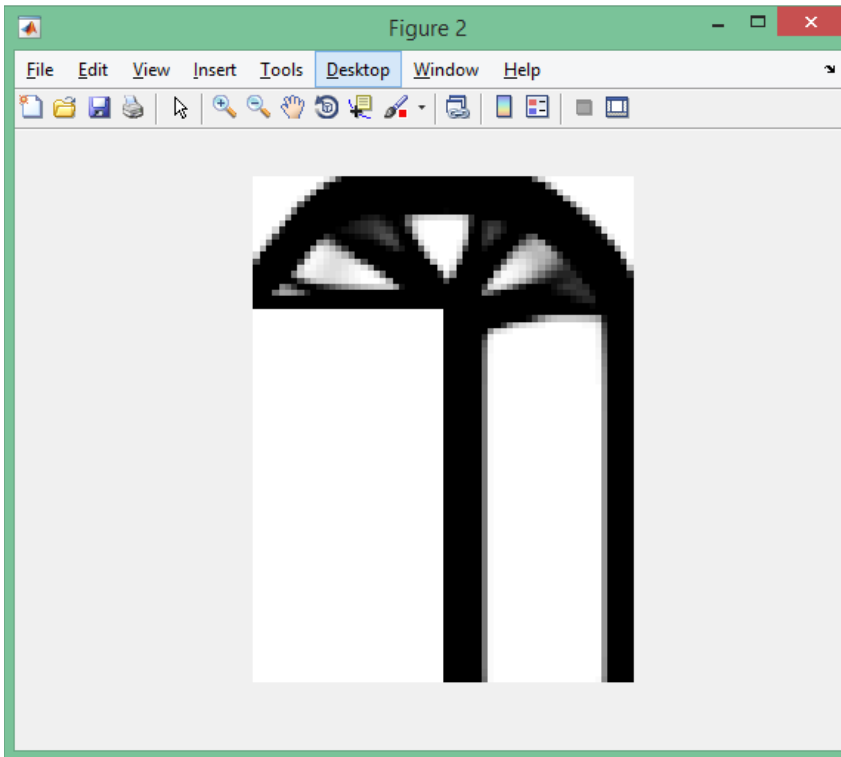
```

100     % DEFINE LOADS AND SUPPORTS(HALF MBB-BEAM)
101     F(40,1) = -1.; F(9760,2)=1.;
102     fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
103     alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
104     freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);

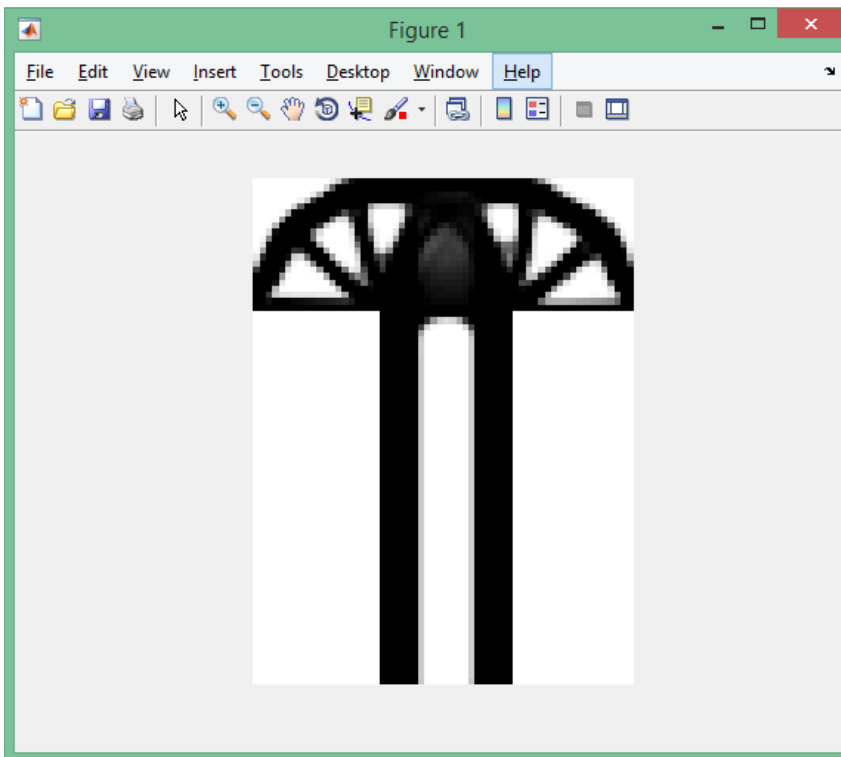
```

## RESULTADO DE LA OPTIMIZACIÓN

Resultado de la optimización del refuerzo con una carga.



Resultado de la optimización del refuerzo con dos cargas.



```

%%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLE SIGMUND, OCTOBER 1999 %%%
function new_pr42_f(nelx,nely,volfrac,penal,rmin);
% INITIALIZE
x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
for ely = 1:nely
    for elx = 1:nelx
        if ely>21
            if elx<21
                passive(ely,elx) = 1;
            elseif elx>41
                passive(ely,elx)=1;
            else passive(ely,elx) = 0;
            end
        end
    end
end
x(find(passive))=0.001;
loop = 0;
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;
        dc(ely,elx)=0.;
    for i=1:2
        Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2; 2*n1+1;2*n1+2],i);
        c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
        dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)* Ue'*KE*Ue;
    end
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 > 1e-4)
    lmid = 0.5*(l2+l1);
    xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
end

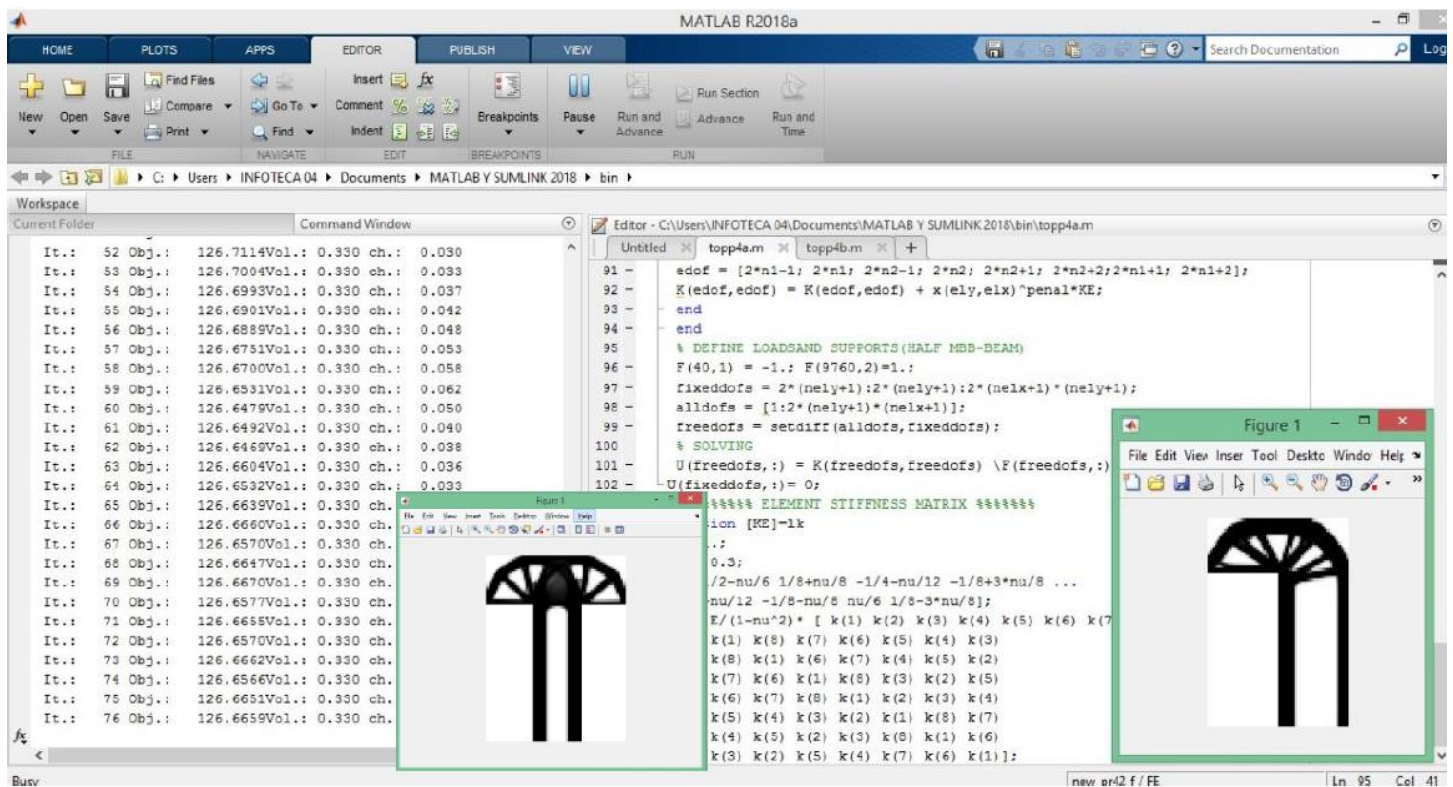
```

```

xnew(find(passive))=0.001;
if sum(sum(xnew)) - volfrac*nex*nely > 0;
    l1 = lmid;
else
    l2 = lmid;
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% MESH-INDEPENDENCY FILTER %%%%%%%%%%%%%%%
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
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% FE-ANALYSIS %%%%%%%%%%%%%%%
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),2);
U = sparse(2*(nely+1)*(nex+1),2);
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
end
% DEFINE LOADSAND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
F(40,1) = -1.; F(9760,2)=1.;
fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nex+1)*(nely+1);
alldofs = [1:2*(nely+1)*(nex+1)];
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
% SOLVING
U(freedofs,:) = K(freedofs,freedofs) \F(freedofs,:); U(fixeddofs,:)= 0;
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)];

```

# IMPRESIÓN DE PANTALLA



## CONCLUSIÓN:

**Luis García González**

En conclusión, durante esta práctica se desarrolló el diseño para optimizar el cable de un teleférico con el propósito de que soportara mejor las cargas e incluso pueda soportar dos cargas sin que se llegara a fallar el cable. Primeramente, se realizó el diseño del cable del teleférico para después con la ayuda de Matlab y un código de 99 líneas optimizar el diseño para que tenga un mejor desempeño al momento de soportar mejor las cargas.

**Oscar Marcelo Fragoso Martínez**

En este reporte de laboratorio mostramos lo que se realizó a través de la práctica, esto usando Matlab, observamos que el tiempo para la realización de ésta fue mayor a la anteriores por el proceso que tuvo que llevar el software para optimizar los esfuerzos, además de ver los espacios en blanco que son elementos pasivos que necesitan ser tomados en cuenta para el diagrama. Se puede observar que en los resultados de los casos propuestos se tiene una geométrica muy similar entre ellos.

En el caso de dos cargas, este como las fuerzas son aplicadas en opuestos simétricos la forma de pieza es simétrica en el eje Y. Empezando con lo que hicimos podemos concluir que, aunque se crea que algo no se toma en cuenta dentro de un sistema de esfuerzos por ser un espacio en blanco, esto no debe ser así, debemos darle la importancia para el diseño óptimo del diagrama.

### **Adan Asis Briones Torres**

Al igual que en las prácticas anteriores se utilizó el código que nos permite realizar la optimización topológica del componente, que en este caso es el soporte del teleférico, el cual está sometido a fuerzas como el viento y al peso de las cabinas, las cuales deben ser consideradas en el diseño para que pueda aguantar estas cargas con una nueva distribución de material, para poder reducir su masa y asegurar que cumpla con el factor de seguridad adecuado para las cargas a las que va a estar sometido.

### **Sergio Esteban Cantú Carrasco**

Gracias a la realización de esta práctica se puede observar que en los resultados de los casos propuestos se tiene una geometría muy similar entre ellos. En el caso de dos cargas, este como las fuerzas son aplicadas en opuestos simétricos la forma de pieza es simétrica en el eje Y. También teniendo en cuenta el punto clave de en realidad en que consiste un teleférico y sus respectivos componentes ya que nos podemos basar de ellos as fuerzas y las cargas que de estas se componen, por otro lado, empezando con lo que hicimos podemos concluir que, aunque se crea que algo no se toma en cuenta dentro de un sistema de esfuerzos por ser un

### **Alfredo Cárdenas Mena**

Con esta práctica, vimos más elementos que podemos aplicar para la realización de la optimización topológica, como los elementos pasivos, que nos permiten hacer algunas estructuras con diferentes partes, modificando algunas secciones específicas de nuestro código, también tomando en cuenta las cargas que necesitamos aplicar a la estructura y demás aspectos relacionados a la optimización. La utilización de Matlab con el código de optimización topológica resultó sencilla, solamente conociendo las partes del código que necesitamos cambiar.



## REFERENCIAS:

- 99 Line Topology Optimization Code – O. Sigmund, Department of Solid Mechanics, Building 404, Technical University of Denmark, DK-2800 Lyngby, Denmark.
- Bakaert. (2018) Cable de alambre para teleféricos (vías de cuerda aérea/cuerdas para montañas/telesquí/vías para materiales). Recuperado de: <https://www.bekaert.com/es-MX/productos/productos-de-consumo/deporte-y-ocio/cable-de-alambre-para-telefericos-vias-de-cuerda-aerea-cuerdas-para-montanas-telesqui-vias-para-materiales>