



**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®



**FIME**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

## **LABORATORIO DE BIOMECÁNICA**

**PERIODO ESCOLAR AGOSTO – DICIEMBRE 2022**

**Nombre de la actividad**

**Práctica 4**

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

<b>Grupo</b>	<b>Salon</b>	<b>Dia clase</b>	<b>Hora</b>
<b>309</b>	<b>12BMC</b>	<b>Miércoles</b>	<b>N5</b>

**Nombre del profesor: Yadira Moreno Vera**

**Fecha de entrega:**

**02/11/2022**

## **Objetivo**

El estudiante deberá presentar una propuesta de análisis de formas y de la programación para la ejecución de la optimización (descripción funcional) de características de trabajo específicas que presenta la(s) ventaja(s) (mencionar ventajas).

### **1) Nombre y definición de la geometría**

El teleférico es un sistema de transporte aéreo de mercancías o pasajeros. Generalmente consiste en una serie de cabinas que cuelgan de un cable. El movimiento del cable entre dos estaciones hace que las cabinas se desplacen.

Se dice que los primeros sistemas de transporte similares al teleférico datan del siglo XVI. Se trataba de grandes cajones de madera suspendidos de cuerdas que servían para transportar tierra y materiales de construcción a lugares elevados. Eran un sistema bastante extendido en la construcción de terraplenes y murallas para fortificaciones y castillos. Los cajones estaban suspendidos por cuerdas que unían el punto de carga y de descarga, y desde el punto elevado se tiraba de una cuerda unida al cajón.

Partes de un teleférico:

El cable

El cable es el encargado de soportar y/o transportar los vehículos. El cable está dimensionado para cada instalación, para que soporte el peso de las cabinas con carga máxima.

El cable está formado por un conjunto de hilos de acero del mismo o diferente tamaño trenzados de tal forma que generan otros cables que a su vez se trenzan alrededor del alma formando el cable del teleférico.

El centro del cable se le denomina alma y está formado normalmente por un plástico flexible que se adapta a los hilos del cable.

El cable de un teleférico es continuo, teniendo las dos puntas unidas en el empalme del cable. Este empalme se crea en diferentes nudos. Los empalmes de los cables pueden llegar a medir varias decenas de metros.

Los cables tienden a alargarse, sobretodo cuando son nuevos, cada instalación tiene un margen de alargado que al estar próximo o en el límite de estirado del cable se tiene que acortar el cable.

### Las pilonas

Las pilonas o torres son estructuras tubulares con la robustez suficiente para soportar el paso de las cabinas o sillas sujetas al cable.

Las cabinas y el cable pasan por los dos lados de la pila en diferente sentido de la marcha.

### Balancines y poleas

Los balancines y poleas se encuentran en las pilonas, girando las poleas al paso del cable y las cabinas sujetas al cable. Los balancines se encargan de adaptar el paso de las cabinas por las poleas para que la carga se reparta por las diferentes poleas.

### Cabinas o sillas

Las cabinas o sillas son los habitáculos de los pasajeros, su capacidad depende de la instalación pudiendo ser de 1 o 2 personas mínimo hasta 8 personas en el caso de sillas, las cabinas tienen una capacidad de 4 personas hasta varias decenas.

### Pinzas

La pinza de una cabina o silla es la encargada de unir este al cable y a circular por las estaciones.

### Telemando o control

El telemando es el puesto de control de la instalación donde se realiza la marcha del teleférico. Este mando tiene diferente información del estado de la instalación para poder comprobar el buen funcionamiento de la misma y en caso de fallo tener localizada la avería en el menor tiempo posible.

### Motor principal y motor auxiliar

Los teleféricos tienen dos motores que tienen que funcionar a la perfección para evitar desalojos que no sean por la estación.

### Frenos de la instalación

Los frenos de la instalación es una parte muy importante de los teleféricos, teniendo como freno el mismo motor que frena la instalación reduciendo la velocidad, tenemos varios frenos también distribuidos en la estación motriz, son frenos hidráulicos.

Para esta práctica se propone reforzar el cable de un teleférico



## 2) Estado del arte

El teleférico es un sistema de transporte 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.

El sistema de cada teleférico está compuesto por uno o más cables (dependiendo del tipo). El primer cable está fijo y sirve para sostener las cabinas, el segundo está conectado a un motor (ubicado en la estación) y hace mover las cabinas. Algunos teleféricos usan dos cabinas por tramo (trayecto entre estación y estación) a fin de crear un contrapeso. Otros sistemas más complejos tienen varias cabinas suspendidas simultáneamente en cada dirección.

En un principio la razón para diseñar el teleférico fue tener una cabina colgante que sirviera de puente entre un lugar de difícil acceso y el ferrocarril. Uno de los primeros teleféricos fue construido en 1914 para lograr el acceso de los pasajeros al ferrocarril en la ciudad de Berna. El primer transportador de plano inclinado para pasajeros del mundo fue construido por Leonardo Torres Quevedo<sup>2</sup> en la ciudad de San Sebastián (España) en 1907 para permitir a la aristocracia donostiarra acceder sin problemas a la cima del monte Ulía<sup>43</sup>

### ***El Metrocable (Teleférico) de Medellín***

Los cables aéreos o teleféricos son sistemas de transporte aéreo constituidos por cabinas colgadas de una serie de cables que se encargan de hacer avanzar a las unidades a través de las estaciones. Tienen una historia centenaria—con aplicaciones desde 1914 en Berna, Suiza—y son normalmente de baja capacidad, siendo su principal aplicación el transporte turístico, especialmente en sitios de esquí. Hoy hay más de 240 lugares en el mundo donde son usados, desde telesillas hasta grandes cabinas.

La primera aplicación de cables aéreos para transporte público en zonas marginadas se completó en Medellín en 2004, cuando la ciudad decidió utilizar esta tecnología como una solución a la dificultad de proveer transporte público formal y de calidad en zonas urbanas de montaña con alta densidad poblacional y poco espacio público.

El Teleférico fue el primer sistema de cable moderno en ser utilizado para alimentar un sistema de transporte urbano masivo de pasajeros. La línea, de 2 kilómetros de

longitud, conecta las comunas 1 y 2 con el metro de Medellín, tuvo un costo de 24 millones de dólares y tiene la capacidad de movilizar 3.000 pasajeros por sentido en una hora. Al ser parte del sistema integrado del Metro de Medellín, su uso no tiene costo adicional para los pasajeros. Esto supone un ahorro en tarifa importante para los usuarios. Igualmente, la conexión con el metro permite que un sector vulnerable de la población tenga un mayor acceso a empleos y servicios ofrecidos en otras zonas de la ciudad.

El proyecto del Teleférico apalancó un proyecto de desarrollo urbano más amplio, combinando la inversión en infraestructura para transporte público con mejoras en los espacios públicos, senderos peatonales, proyectos de vivienda de interés social y la construcción de equipamientos urbanos, entre los que se destaca el Parque-Biblioteca España. Estas mejoras tuvieron un costo aún mayor que el mismo Metrocable y el proceso contó con la participación de la comunidad en la definición de algunas de las inversiones del proyecto.

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

El cable es el encargado de soportar y/o transportar los vehículos. El cable está dimensionado para cada instalación, para que soporte el peso de las cabinas con carga máxima.

El cable está formado por un conjunto de hilos de acero del mismo o diferente tamaño trenzados de tal forma que generan otros cables que a su vez se trenzan alrededor del alma formando el cable del teleférico.

El centro del cable se le denomina alma y está formado normalmente por un plástico flexible que se adapta a los hilos del cable.

El cable de un teleférico es continuo, teniendo las dos puntas unidas en el empalme del cable. Este empalme se crea en diferentes nudos. Los empalmes de los cables pueden llegar a medir varias decenas de metros.

Los cables tienden a alargarse, sobretodo cuando son nuevos, cada instalación tiene un margen de alargado que al estar próximo o en el límite de estirado del cable se tiene que acortar el cable.





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

##### - Teleférico tipo 1 (1 carga):

1) Se modifica la sección “INITIALIZE” (fig. 4.1) agregando diferentes ciclos for agrupados junto con sentencias if, para declarar los espacios vacíos de nuestro diseño.

```
5      % INITIALIZE
6      x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
7      for ely = 1:nely
8          for elx = 1:nelx
9              if ely>21
10                 if elx<21
11                     passive(ely,elx) = 1;
12                 elseif elx>41
13                     passive(ely,elx)=1;
14                 else
15                     passive(ely,elx) = 0;
16                 end
17             end
18         end
19     end
20     x(find(passive))=0.001;
21     loop = 0; change = 1.;
```

Figura 4.1) Declaración de espacios vacíos.

2) Ahora modificamos la sección “OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS” como se muestra en la figura 4.2

```
27      % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
28      [KE] = lk;
29      c = 0;
30      for ely = 1:nely
31          for elx = 1:nelx
32              n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
33              n2 = (nely+1)* elx +ely;
34              dc(ely,elx)=0.;
35          for i=1:2
36              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);
37              c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
38              dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)* Ue'*KE*Ue;
39          end
40      end
41  end
```

Figura 4.2) Cambios en el análisis de sensibilidad.

3) Por último se modifica la sección “DEFINE LOADSAND SUPPORTS(HALF MBB-BEAM)” para cambiar las cargas que actúan en la estructura y el soporte (fig. 4.3).

```

96      % DEFINE LOADSAND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
97      F(40,1) = -1;
98      fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
99      alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
100     freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);

```

Figura 4.3) Definición de cargas y soportes.

### CÓDIGO COMPLETO:

```

function topp4a(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<31
                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.;
        end
        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

```



```

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))));
xnew(find(passive))=0.001;
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),2); U = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),2);
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(40,1) = -1;
fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
% SOLVING
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)];

```

#### **- Teleférico tipo 2 (2 cargas):**

1) Para este tipo de teleférico es necesario otro diseño, por lo que se necesita una definición de espacios vacíos un poco diferente, la cual se muestra en la figura 4.4.

```

5      % INITIALIZE
6 -    x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
7 -    for ely = 1:nely
8 -        for elx = 1:nelx
9 -            if ely>21
10 -                if elx<21
11 -                    passive(ely,elx) = 1;
12 -                elseif elx>41
13 -                    passive(ely,elx)=1;
14 -                else
15 -                    passive(ely,elx) = 0;
16 -                end
17 -            end
18 -        end
19 -    end
20 -    x(find(passive))=0.001;
21 -    loop = 0;
22 -    change = 1.;

```

Figura 4.4) Diseño para estructura del teleférico tipo 2.

2) En la sección de “OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS” se mantienen los mismos cambios que en la anterior estructura (fig. 4.5).

```

29      % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
30 -    [KE] = 1k;
31 -    c = 0.;
32 -    for ely = 1:nely
33 -        for elx = 1:nelx
34 -            n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
35 -            n2 = (nely+1)* elx +ely;
36 -            dc(ely,elx)=0.;
37 -            for i=1:2
38 -                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);
39 -                c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
40 -                dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)* Ue'*KE*Ue;
41 -            end
42 -        end
43 -    end

```

Figura 4.5) Análisis de sensibilidad

3) Al final también se modifica la definición de cargas y del soporte para asignar las dos cargas, como se ve en la figura 4.6.

```

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

```

Figura 4.6) Definición de cargas y del soporte.

### CÓDIGO COMPLETO:

%%%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLE SIGMUND,  
OCTOBER 1999 %%%

function topp4b(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))));
xnew(find(passive))=0.001;
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;

```

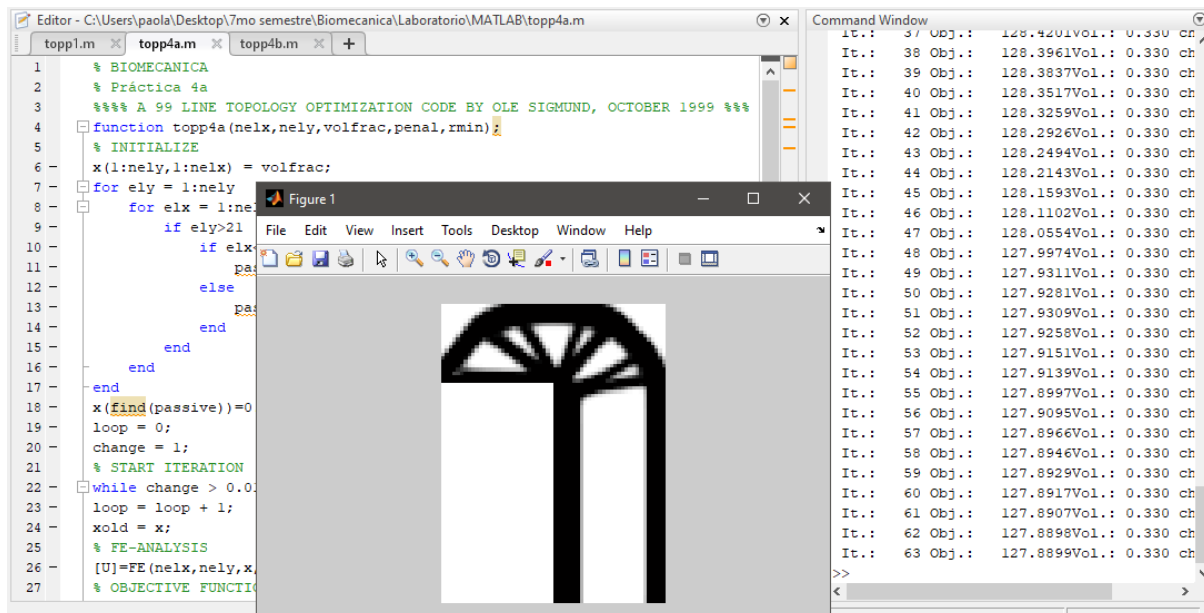
```

K = sparse(2*(nelx+1)*(nely+1), 2*(nelx+1)*(nely+1));
F = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),2); U = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),2);
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(40,1) = -1.; F(9760,2)=1.;
fixeddofs = 2*(nely+1):2*(nely+1):2*(nelx+1)*(nely+1);
alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
% SOLVING
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

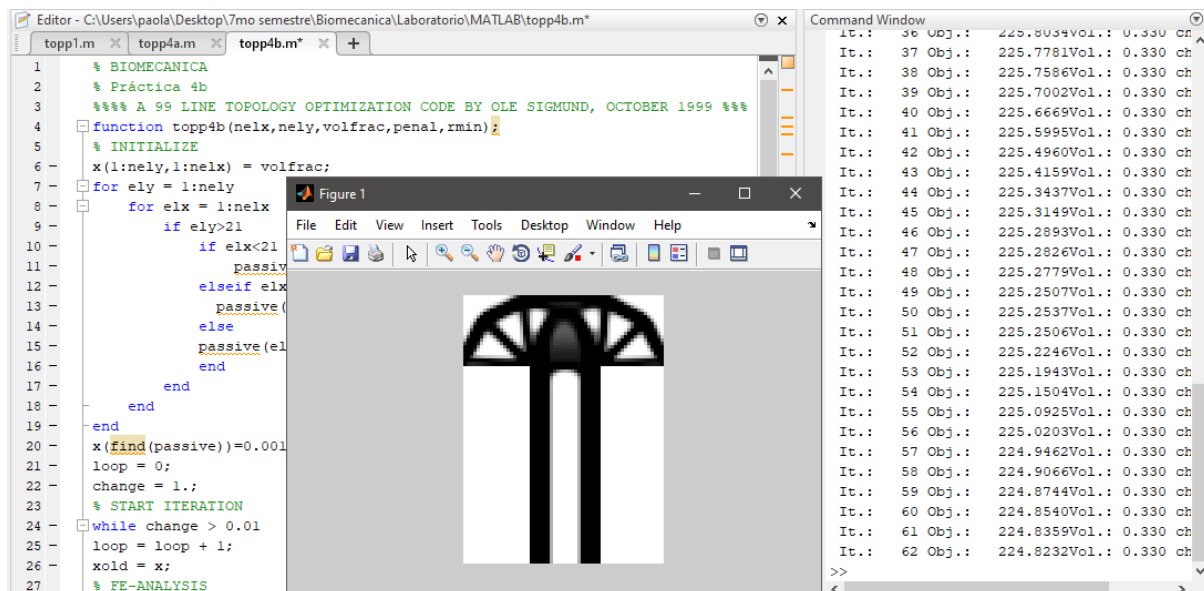
Se ejecuta el comando `topp4a(60,80,0.33,3.0,1.5)` lo que nos da como resultado la



estructura optimizada de un teleférico que soporta 1 carga (fig. 5.1):

Figura 5.1: Teleférico de 1 carga.

Se ejecuta el comando `topp4b(60,80,0.33,3.0,1.5)` lo que nos da como resultado la



estructura optimizada de un teleférico que soporta 2 cargas (fig 5.2):

Figura 5.2: Teleférico de 2 cargas.

## **6) Conclusiones**

### **Leonardo Daniel De Leon Fuentes 1991978**

En esta práctica se propuso la geometría de un cable de teleférico para poder reforzar por medio de la optimización, gracias a este proceso obtuvimos una mejora en la forma de estos cables, lo que permitirá una mayor seguridad al utilizar estos tipos de transportes donde el cable en el que se sostiene es una de las partes fundamentales de este.

### **Fatima Montserrat Castro Nuñez 1991834**

En esta práctica aplicamos la optimización para dos geometrías diferentes aplicadas al mismo objeto pero con diferentes características, en un caso en donde solo se aplica una carga y el otro caso en donde se aplican dos cargas, en ambos casos se desarrolla la estructura optimizada con su determinado soporte. Me gusto hacer esta práctica para comparar los dos resultados obtenidos y ver las diferencias.

### **Erick Eduardo Landa Gonzalez 1992037**

Finalizando esta práctica se puede observar como el código en Matlab al estar en funcionamiento genera los diseños de diferentes casos, el primer caso es con una carga en el código principal generando la estructura del teleférico mientras se va optimizando la imagen, posterior a esto en el segundo caso ya se colocan múltiples cargas y de la misma forma se observa el concepto de la optimización en función al generarse el diseño, logrando visualizar en ambos casos la optimización.

### **Brandon Geovanny Espinosa Alcocer 1938292**

Para esta práctica se volvió a utilizar el programa de matlab para un cable de un teleférico para lo cual pudimos obtener todos los resultados deseados

### **Susana Regina Macias de Luna 1992013**

En esta práctica volvimos a utilizar el software matlab donde también funcionó para el análisis de las diferentes partes de un teleférico, al igual que una pequeña explicación de que es cada una. De igual manera se agregó el código utilizado, y también las diferentes simulaciones.

## **Referencias**

<http://blog.electricbricks.com/2011/02/teleferico/>

<https://transporteporcable.com/partes-de-un-teleferico/>