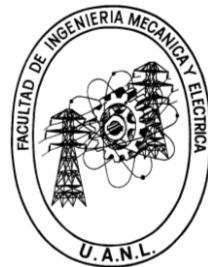


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



Laboratorio de Biomecánica

ACTIVIDAD #4– REFUERZO DE UN CABLE DE UN TELEFERICO

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
Ángel Eduardo Gonzalez Melendres	1905230	IMTC
Kevin Francisco Rojas Robles	1942760	IMTC

Fecha: 24/10/2022.

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.

En Europa no aparece este tipo de transporte hasta la Edad Media, a principios del siglo XVI, empleándose para la construcción de castillos y fortificaciones. En aquella época el cable estaba fabricado por cuerdas de cáñamo y para su funcionamiento se utilizaba la tracción animal o humana.

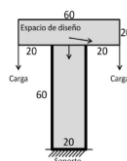
A partir del año 1500 comienza a utilizarse el cable de acero y desde el siglo XVI al XIX se va perfeccionando su trenzado de hilos, contribuyendo al desarrollo del transporte por cable, principalmente para su uso en las minas de carbón.

A partir de los años 30 del siglo XX proliferan los teleféricos con fines turísticos en lugares de montaña, sustituyendo en muchos casos a los funiculares y los trenes cremallera. Sin embargo, es en las décadas de los 60 y los 70 cuando se produce el mayor desarrollo de este tipo de transporte, impulsado principalmente por el auge del esquí y otros deportes de montaña.

Desde entonces hasta ahora los teleféricos han experimentado una gran evolución, construyéndose, hoy en día, instalaciones cada vez más modernas. En su diseño, además de garantizar el buen funcionamiento y la seguridad, se da gran importancia a la innovación, la estética y la comodidad.

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);
```

```

%%% 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)))));
    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;

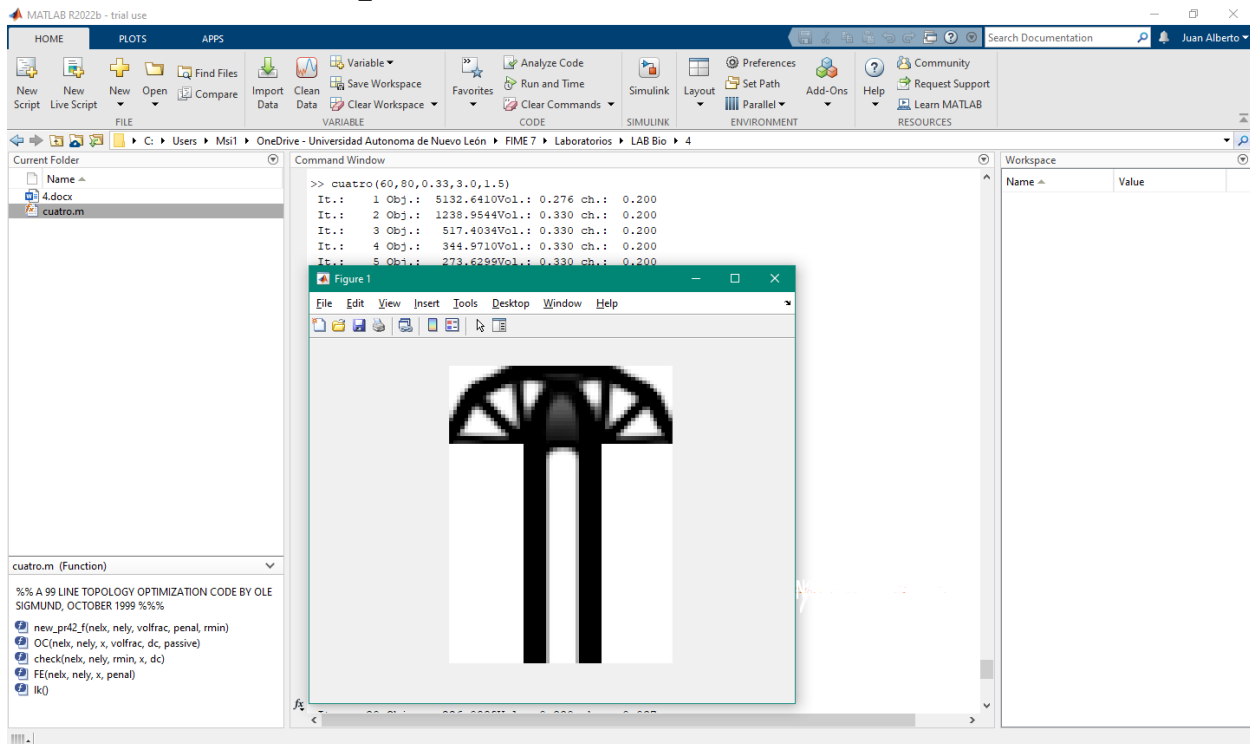
```

```

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)];

```

Resultado de la optimización



Conclusión

Raúl Delgado Saucedo:

En esta práctica el programa hecho en proyecto proporciona la verificación del correcto dimensionamiento de al momento de la instalación de teleférico.

Al final de esta práctica el software nos permite obtener los esfuerzos que se producen en los elementos estructurales más importantes de este tipo de sistemas, que son el cable y los pilares, para las diferentes posiciones de las cabinas a lo largo del recorrido.

Jorge Eduardo García Saavedra:

Mediante el desarrollo de esta práctica se logra cumplir el objetivo de la optimización del cable de un teleférico logrando reforzarlo para las cargas a las que están sometido como podrá ser el viento y las cargas en los apoyos. Además mediante la codificación en Matlab nos podemos percatar que toma un mayor tiempo para realizar el procedimiento ya que hay que optimizar esfuerzos.

Juan Alberto García Bautista:

Ingenieros y científicos se han interesado recientemente en la técnica numérica conocida como teoría de optimización (OT), que permite la síntesis de estructuras con valores óptimos para una o

más de sus propiedades físicas. Encontrar la distribución del material en un dominio con la rigidez máxima deseada, para una carga aplicada específica, mientras se limita el volumen total del material empleado en la construcción, es el objetivo del problema de rigidez máxima con restricción de volumen.

La ventaja que tiene el diseño final es que su masa se redujo, aunque la limitación de ser un dibujo en 2D no permite implementarlo en la vida real tal y como se ve porque se ignora fuerza por el viento.

Kevin Francisco Rojas Robles:

Realizar esta práctica me ayudo particularmente a comprender mejor la optimización del refuerzo de cableado puesto que se logra combatir y suprimir los errores técnicos y/o humanos de la cotidianidad en donde ya sea que la instalación de este tendido no haya cumplido con las especificaciones básicas y por ende pueda significar una mala inversión o podría provocar un colapso en la estructura del teleférico. Sin embargo, un buen refuerzo puede prever este tipo de equivocaciones.

No obstante, seguir y respetar la normatividad de instalación permitirá una garantía en el funcionamiento del cableado estructurado y la efectividad de este en el teleférico en adición del refuerzo al que este se le aplique.

Angel Eduardo Gonzalez Melendres

En esta práctica se vio el refuerzo de un cable de un teleférico donde se realizó el código de programación en MATLAB en el cual nos permitió obtener los esfuerzos que se producen en los elementos estructurales más importantes de este tipo de sistemas y también obtuvimos su resultado de optimización en su diseño, además de garantizar el buen funcionamiento y la seguridad, se da gran importancia a la innovación, la estética y la comodidad

Referencias

99 Line Topology Optimization Code – O. Sigmund, Department of Solid Mechanics, Building 404, Technical University of Denmark, DK-2800 Lyngby, Denmark.

Nishiwaki, S., Frecker, M. I., Min, S. & Kikuchi, N. (1998). Topology optimization of compliant mechanisms using the homogenization method. Int. J. Numer. Meth. Engng. 42, 535 -559