

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Refuerzo del cable de un teleférico

Asignatura:

Laboratorio de biomédica

Docente:

Yadira Moreno Vera

Estudiante:

Fernández Hernández Reyna Patricia 8002157

Tristan de Luna Alain Emmanuel 1841924

Rodriguez Villarreal Erick Ivan 1853172

Fecha de entrega: 1 de Noviembre de 2022

Periodo: Otoño 2022

4	<p>Practica # 4 Refuerza del cable de un teleférico</p> <p>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).</p> <p>La metodología que se utilizará para la propuesta se compondrá en los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Nombre y definición de la forma GEOMETRIA 2) Estado del arte, 3) propuesta de diseño de la geometría, alcances y limitaciones 4) Pasos del desarrollo de la programación 5) Resultados de la optimización 6) Conclusiones.
---	---

1. Objetivo

El estudiante deberá utilizar múltiples cargas y en base a estas realizar un estudio que toma múltiples cargas y que tome en consideración cuales son las implicaciones que esto conlleva

2. 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.

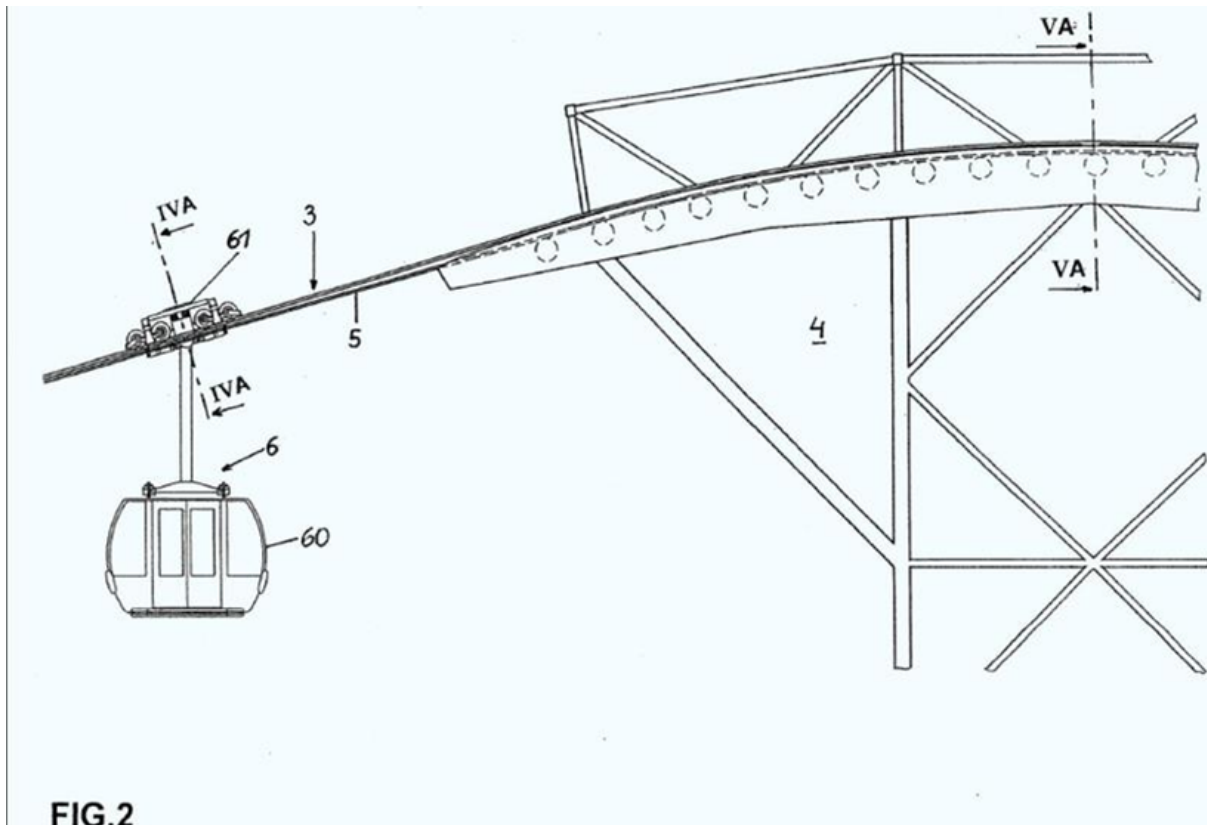
En cuanto a los aspectos técnicos de un teleférico, el motor, los frenos de servicio o el panel de mando no se sitúan en el vehículo sino directamente en la estación. El sistema de cada teleférico está compuesto por uno o más cables (dependiendo del tipo). El primer cable está fijo y sirve para sostener las cabinas, el segundo está conectado a un motor (ubicado en la estación) y hace mover las cabinas.

La línea tiene diferentes componentes, como las pilonas, los balancines y el cable. Las pilonas deben soportar el peso del vehículo con los pasajeros y, por este motivo, su construcción es robusta. Los vehículos pueden circular por ambos lados de la pylona. Las pilonas individuales están formadas por una combinación de tubos de acero de diferente longitud, diámetro y espesor de la pared.

Los balancines sirven para dirigir el cable portante a lo largo de la línea. Cada balancín está compuesto por una disposición de poleas. El número de poleas depende del peso que el cable debe transportar. Cada polea está compuesta por un cuerpo base, el anillo giratorio y la rueda con bridas.

Los cables de acero, utilizados en este tipo de transportes y mecanismos, están compuestos de hilos de cable que se retuercen alrededor del núcleo del cable.

Se requiere de una precisión y buena relación entre el motor, el inverter y el sistema mecánico. La electrónica de potencia proporciona un movimiento eficiente del cable en todas las condiciones de funcionamiento y peso. A través de la electrónica de potencia se controla la velocidad del vehículo, el arranque y detención.



Existen diferentes tipos de teleféricos:

- Teleférico de vaivén: como el descrito anteriormente, de dos cables para transporte pesado, con una longitud de recorrido de 500 y 2000 personas por hora.
- Telecabinas: utilizadas en el turismo, son instalaciones monocables con movimiento circulatorio continuo y pinzas desembragables. Tienen una distancia de 60m sobre el suelo, con una velocidad de 6m/s, es decir, hasta 3600 personas por hora.
- Teleférico de grupo o telecabinas pulsado: es monocable con pinzas fijas y movimiento circulatorio pulsado aplicado también en el turismo. La capacidad depende de la longitud de la línea.
- Teleféricos monocables de doble anillo: variantes de las telecabinas, disponen de dos cables transportadores paralelos. Con mayor capacidad y estabilidad ante vientos por tener dos cables.
- Teleférico tricable de movimiento continuo: utiliza dos cables portadores y un cable tractor con un movimiento unidireccional. Combina las ventajas de un teleférico con una telecabinas.

Los apoyos de línea son los apoyos enclavados en el terreno donde se realiza el trazo del cable de la instalación que soportan las cargas transmitidas por la propia instalación. Existen normas indican como podrían afectar las obras de hormigón o metálicas en su construcción; para ello se considera: el peso propio y el de los vehículos, el conjunto de las cargas de apoyo de los cables, el rozamiento entre el cable del carril con las zapatas de apoco, la presión del viento sobre los cables y la línea, el efecto dinámico debido al movimiento y las aceleraciones.

Los apoyos son rígidos, con la finalidad de no tener deformaciones elásticas que

perjudiquen la seguridad del guiado, del apoyo de los cables o el desgaste anormal en ellos o las zapatas. Con un espesor mínimo de 5mm y con tubos y perfiles de 2.5mm.

El costo aproximado [2] para crear un teleférico es de:

COSTO DE COMPONENTES			
COMPONENTE	COSTO	CANTIDAD	VALOR
Cable Carril	10.324 x m	450 m	4.645.800
Cable Motriz	3.364 x m	450 m	1.513.800
Sistema Motriz	8.500.000	1	8.500.000
Torres	800.000	4	3.200.000
Vehículo	800.000	1	800.000
Anclaje	250.000	2	500.000
TOTAL			19.159.600
MANO DE OBRA (Construcción)			
PERSONAL	COSTO/HORA	HORAS	VALOR
Soldador	6.800	192	1.305.600
Ayudante	4.300	192	825.600
TOTAL			2.131.200
MANO DE OBRA (Obra civil)			
PERSONAL	COSTO/HORA	HORAS	VALOR
Maestro de obra	7.850	192	1.507.200
Ayudante	5.800	192	1.113.600
TOTAL			2.620.800
OTROS			
ITEM	DESCRIPCION		VALOR
2 Ingenieros	Diseño y coordinación tanto de la construcción del sistema, de la obra civil y del montaje.		7.000.000
Consumibles y Herramientas (construcción)	Soldadura, discos de corte y de pulir, anticorrosivo, pintura, tronzadora, equipo de soldadura, pulidora, taladro de banco entre otras.		1.000.000
Materiales (Obra civil)	Ladrillos, cemento, arena, cascajo, varillas para el cuarto de maquinas, bases para torres, muertos de anclaje.		4.500.000
Transporte	Transporte para llevar los materiales de la obra civil y para llevar todos los componentes del sistema de transporte		500.000
Montaje	Tensionada del cable carril (tirfor), instalación eléctrica e instalación del sistema motriz.		1.000.000
TOTAL			14.000.000
GRAN TOTAL			37.911.600

3. Desarrollo

El código simula, la pieza, la carga y restricciones y hace iteraciones para ir eliminando volumen de material, para que soporte la pieza.

Se buscaba un diseño que nos pudiera dar la estabilidad para que el sistema fuera preciso así que se implementó en el código y se probó con distintos valores los cuales fuimos cambiando para obtener la estabilidad deseada y así obtuvimos nuestro diseño final.

En nuestro sistema en el cual se planteó elementos concretos del teleférico, un elemento de fundamental importancia en el diseño deben ser los cables y su sistema de transmisión, estos deben ser lo suficientemente resistentes para soportar las cargas generadas al transportar la cabina. La propuesta de diseño es prácticamente un refuerzo de cable de teleférico cuyo propósito de análisis para este caso es el de realizar una optimización topológica.

La cual se realiza directamente en el programa utilizado empleando el código para que nos arroje el resultado deseado.

4. Programación

```
PRACTICA4.m* X +
1      % A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATIONCODE
2      % PRACTICA4 (60,80,0.33,3.0,1.5)
3      % INTEGRANTES: ALAIN TRISTAN, ERICK RODRIGUEZ, REYNA FERNANDEZ
4
5      function PRACTICA4(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
6
7      %INICIALIZAR
8      x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
9
10     for ely=1:nely
11         for elx=1:nelx
12             if ely>21
13                 if elx<21
14                     passive(ely,elx)=1;
15                 elseif elx>41
16                     passive(ely,elx)=1;
17                 else
18                     passive(ely,elx)=0;
19                 end
20             end
21         end
22     end
23
24     x(find(passive))=0.001;
25     loop=0; change =1.;
26
27     %COMENZAR ITERACIONES
28     while change>0.01
29         loop=loop+1;
30         xold=x;
31         %ANALISIS FE
32         [U]=FE(nelx,nely,x,penal);
33         %FUNCIÓN OBJETIVO Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD
34         [KE]=lk;
35         c=0.;
36         for ely=1:nely
37             for elx=1:nelx
38                 n1=(nely+1)*(elx-1)+ely;
39                 n2=(nely+1)*elx +ely;
40                 dc(ely,elx)=0.;
41                 for i=1:2
42                     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);
43                     c=c+x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
44                     dc(ely,elx)=dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
45                 end
46             end
47         end
48
49         %FILTRANDO SENSIBILIDADES
50         [dc]=check(nelx,nely,rmin,x,dc);
```

```

PRACTICA4.m* x +
52 %DISEÑO DEL MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN
53 [x]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive);
54
55 %IMPRIMIR RESULTADOS
56 change = max(max(abs(x-xold)));
57 disp(['It.: ' sprintf('%4i',loop) 'Obj.: ' sprintf('%10.4f',c) 'Vol.: '
58      |sprintf('%6.3f',sum(sum(x))/(nelx*nely)) ' ch.: ' sprintf('%6.3f')])
59
60 %GRAFICAR DENSIDADES
61 colormap(gray); imagesc(-x);axis equal; axis tight;axis off;pause(1e-6);
62 end
63
64 %%% CRITERIO DE OPTIMIZACIÓN %%%
65 function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc,passive)
66 l1=0; l2=100000;move=0.2;
67 while (l2-l1>1e-4)
68     lmid=0.5*(l2+l1);
69     xnew=max(0.001, max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
70     xnew(find(passive))=0.001;
71     if sum(sum(xnew))-volfrac*nelx*nely>0;
72         l1=lmid;
73     else
74         l2=lmid;
75     end
76 end

```

```

PRACTICA4.m x +
78 %%% FILTRO MESH-INDEPENDENCY
79 function [dcn]=check(nelx,nely,rmin,x,dc)
80 dcn=zeros(nely,nelx);
81 for i=1:nelx
82     for j=1:nely
83         sum=0.0;
84         for k=max(i-round(rmin),1):min(i+round(rmin),nelx)
85             for l=max(j-round(rmin),1):min(j+round(rmin),nely)
86                 fac=rmin-sqrt((i-k)^2+(j-l)^2);
87                 sum=sum+max(0,fac);
88                 dcn(j,i)=dcn(j,i)+max(0,fac)*x(1,k)*dc(1,k);
89             end
90         end
91         dcn(j,i)=dcn(j,i)/(x(j,i)*sum);
92     end
93 end

```

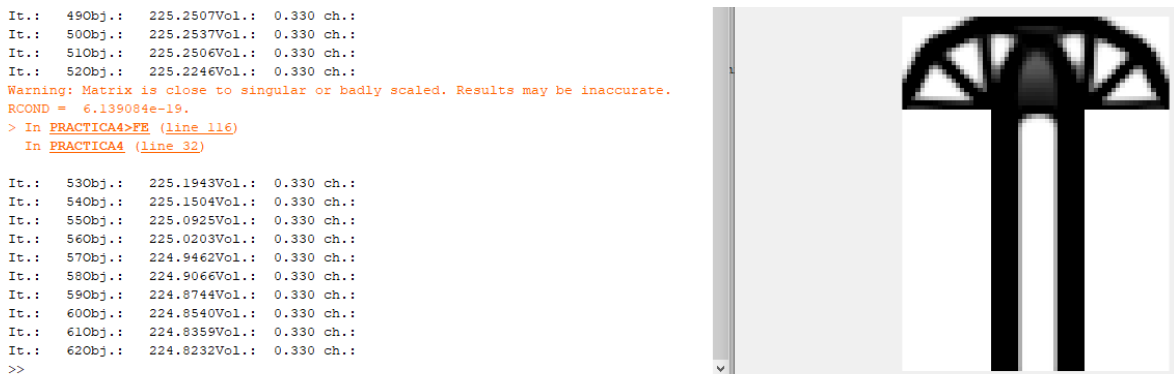
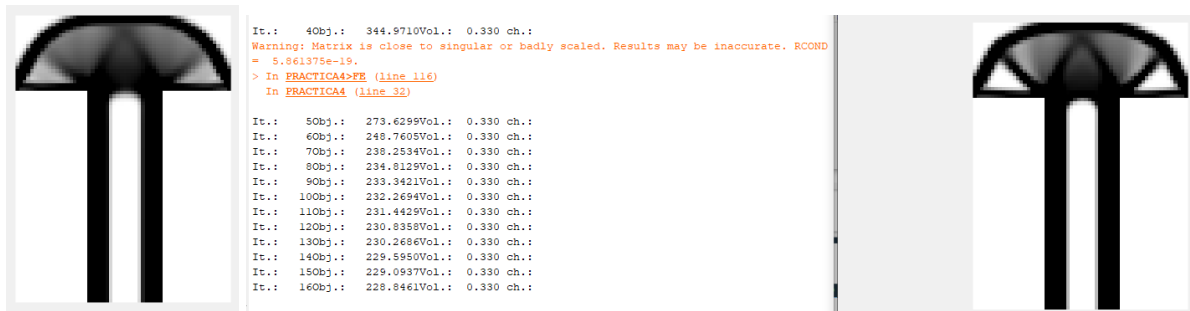
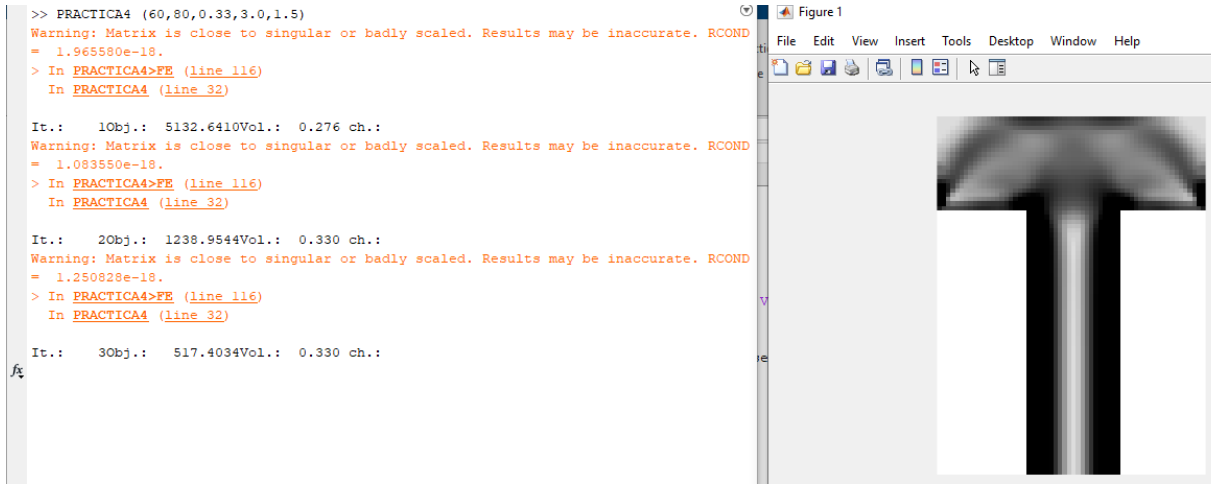
```

95     %%% ANALISIS FE %%%
96     function [U]=FE(nelx,nely,x,penal)
97     [KE]=lk;
98     K=sparse(2*(nelx+1)*(nely+1),2*(nelx+1)*(nely+1));
99     F=sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),2);
00     U=sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),2);
01     for ely=1:nely
02         for elx=1:nelx
03             n1=(nely+1)*(elx-1)+ely;
04             n2=(nely+1)*elx+ely;
05             edof=[2*n1-1;2*n1;2*n2-1;2*n2;2*n2+1;2*n2+2;2*n1+1;2*n1+2];
06             K(edof,edof)= K(edof,edof)+x(ely,elx)^penal*KE;
07         end
08     end
09
10     %DEFINIR SOPORTE LOADSAND(HALF MBB-BEAM)
11     F(40,1)=-1.; F(9760,2)=1.;
12     fixeddofs= 2*(nely+1):2*(nely+1): 2*(nelx+1)*(nely+1);
13     alldofs=[1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
14     freedofs=setdiff(alldofs, fixeddofs);
15
16     %RESOLVER
17     U(freedofs,:)=K(freedofs,freedofs)\F(freedofs,:);
18     U(fixeddofs,:)=0;

120     %%% MATRIZ ELEMENT STIFFNESS %%%
121     function [KE]=lk
122     E=1.;
123     nu=0.3;
124     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];
125     KE = E/(1-nu^2)*[k(1) k(2) k(3) k(4) k(5) k(6) k(7) k(8)
126                    k(2) k(1) k(8) k(7) k(6) k(5) k(4) k(3)
127                    k(3) k(8) k(1) k(6) k(7) k(4) k(5) k(2)
128                    k(4) k(7) k(6) k(1) k(8) k(3) k(2) k(5)
129                    k(5) k(6) k(7) k(8) k(1) k(2) k(3) k(4)
130                    k(6) k(5) k(4) k(3) k(2) k(1) k(8) k(7)
131                    k(7) k(4) k(5) k(2) k(3) k(8) k(1) k(6)
132                    k(8) k(3) k(2) k(5) k(4) k(7) k(6) k(1)];

```

5. Resultados



6. Conclusiones

Alain E. Tristán de Luna 184192

El propósito era reducir el volumen del material a utilizar, manteniendo o incluso mejorando el desempeño de la pieza, esto se logró utilizando el programa aplicado en matlab, y gracias a la figura creada, se pueden apreciar estas operaciones e iteraciones, así como el cambio de la pieza y su volumen final, en otras palabras aplicando la optimización topológica para este caso.

Erick Iván Rodríguez Villareal 1853172

El diseño que hemos creado ha sido el óptimo para nuestra estructura planteada anteriormente, ya que encontramos estabilidad en ella y reducción de material que es lo que se busca con la optimización topológica

Reyna Patricia Fernández Hernández 8002157

Lo más importante para un apoyo o una base es la estabilidad debido a que es gran parte de la seguridad, la cual se pudo lograr con esta práctica utilizando la optimización topológica al mismo tiempo que se redujo material de ella, gracias a la optimización topológica, reduciendo también los costos de la misma por lo menos en el material.

Referencias

- [1] Die Erfind Der Drahtseilbahnen: Eine Studie Aus Der Entwicklungsgeschichte (en inglés). University of California. 1908. Consultado el 20 de septiembre de 2022.
- [2] S. Hernández, Métodos de Diseño Óptimo de Estructuras, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid (1990).
- [3] Tirupathi R. Chandrupatla, Ashok D. Belegundu. (2012). Introduction to Finite Elements in Engineering. Estados Unidos : PEARSON .
- [4] MEJIA, A. F. (s. f.). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE CARGA POR MEDIO DE CABLES PARA TOPOGRAFÍA DE GRAN PENDIENTE* [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD EAFIT.

