



Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Laboratorio de Biomecánica

Práctica 4. Refuerzo del cable de un teleférico

Equipo 5:

Matricula	Integrante	Carrera
1859521	Abraham Guerra Carmona	IMTC
1853651	Pablo Aaron Cruz Rentería	IMTC
1866860	Alan Saim Lozano Espinosa	IMTC
1811170	Javier Humberto Guia Martínez	IMTC

Docente: Dra. Yadira Moreno Vera

Hora: N3

Grupo: 202

Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza al 18 de Noviembre
del 2022

Objetivo

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

Marco teórico

Teleférico

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 ¹.

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.

El teleférico es un medio de transporte que consiste en cabinas con capacidad para llevar un grupo de personas. Estas cabinas viajan suspendidas en el aire transportadas por uno o varios cables. La mayoría de estos medios de transporte son accionados por energía eléctrica. Este transporte se usa en zonas con grandes diferencias de altura, donde el acceso por carretera o ferrocarril resulta difícil.

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.

Los sistemas de teleférico requieren como mínimo dos estaciones. Una estación se construye en el punto de inicio del teleférico y el otro en su punto final. 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.

Ningún otro elemento como la morfología del terreno es capaz de influir tan claramente en las características de la línea de un teleférico. En consecuencia, es importante el desarrollo de todos los aspectos de los componentes y su correcto funcionamiento, los cuales ofrecen a los pasajeros el máximo confort y seguridad. La línea tiene diferentes componentes, como las pilonas, los balancines y el cable.

Historia

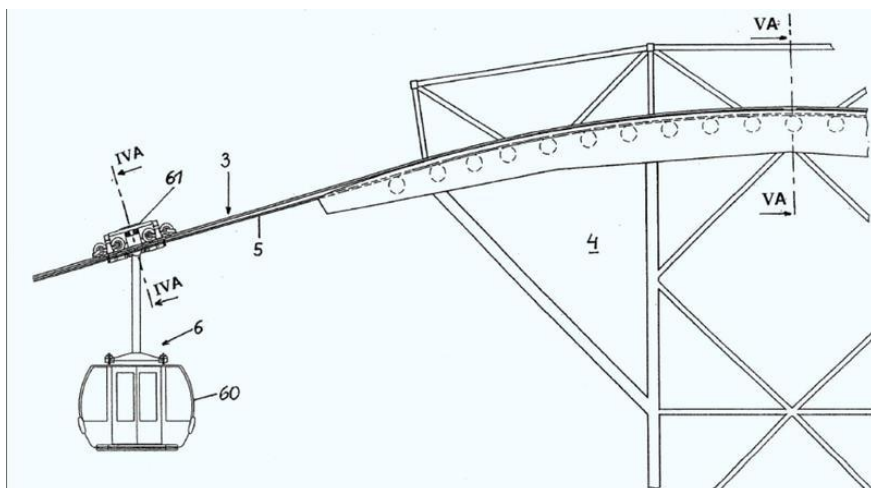
En América del Sur se habla sobre un dispositivo similar a un teleférico, que habría existido desde aproximadamente 1563 sobre un desfiladero en el camino de Mérida a Bogotá, que consistía en una canasta que colgaba de una cuerda de soporte con una polea y una cuerda de tracción que los ocupantes de la canasta podían jalar por sí mismos. Se dice que estuvo en funcionamiento a finales del siglo XIX².

El primer diseño europeo de un artefacto similar fue del erudito croata Fausto Verancio³ y el primero operativo fue construido en 1644 por Adam Wiebe en Dánzig.⁴ Se movía con caballos y se usaba para mover tierra sobre el río para construir defensas.⁵ Se le considera el primer ascensor de cable conocido en la historia europea y precede a la invención del cable de acero. No se sabe cuánto tiempo se utilizó, pero, en cualquier caso, pasarían otros 230 años antes de que Alemania obtuviera el segundo ascensor de cable, esta nueva versión equipada con cable de hierro.

Otros sistemas para la minería fueron desarrollados en la década de 1860 por Hodgson y Andrew Smith Hallidie, perfeccionados en 1867 para transportar también personas.

En 1894, un teleférico de pasajeros que cubría 160 metros entre dos torres de 25 metros de altura (accesibles por ascensores eléctricos) se mostró para la "Exposición Industrial y Artesanal de Milán",⁸ fue construido por los ingenieros Giulio Ceretti y Vincenzo Tanfani.⁹ En 1937, la fábrica Ceretti Tanfani del mismo nombre construyó un teleférico que cubría 75 kilómetros en Eritrea, el teleférico Massaua-Asmara, y todavía construye teleféricos en Italia a día de hoy.¹⁰

En 1898, se presentó al público en general en Zúrich una maqueta denominada Luftkabelbahn (teleférico) como atracción turística. La construcción, conocida como el ferrocarril de montaña del futuro, era una mezcla de funicular y teleférico. Se calculó para una luz de un kilómetro. La cabina, asegurada con hasta 20 cables y diseñada para transportar a 12 personas, debería haber recorrido esta distancia en siete minutos, según las ideas del diseñador. Para superar distancias más largas se proporcionaron estaciones de conexión. Se suponía que los frenos de acción automática, que eran comunes para los teleféricos en ese momento, evitarían una caída en caso de que se rompiera el cable de remolque. El sistema "Margesin", llamado así por el inventor y propietario de la patente,¹¹ nunca se implementó.



Elementos de un teleférico

- **Pilonas.**

Las pilonas o bolardos son obstáculos que se colocan en el suelo sirviendo para delimitar vías de circulación y espacios de aparcamiento, gestionar el acceso a lugares públicos o privados, o simplemente para proteger espacios que no son autorizados al paso de vehículos.

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 pila. Las pilonas individuales están formadas por una combinación de tubos de acero de diferente longitud, diámetro y espesor de la pared. En función de la morfología del terreno, las pilonas se transportarán hasta el área de la obra en helicóptero y se montarán allí. Las pilonas especiales son pilonas con una altura de más de 30 metros, construidas como pilonas tubulares divididas o como soportes en celosía.



Figura 2. Representación gráfica de pilonas.

- **Balancines.**

En mecánica, el balancín es un elemento de máquina que transmite movimiento de un elemento a otro de un mecanismo, pivotando en un eje intermedio a su longitud como palanca de primer grado.

Es una palanca oscilante que transmite un movimiento radial desde el lóbulo de una leva, convirtiéndolo en el movimiento lineal de una válvula de asiento. Uno de sus extremos sube y baja empujado por un lóbulo giratorio del árbol de levas (ya sea directamente o mediante un empujador y una varilla de empuje), mientras que el otro extremo actúa sobre el vástago de la válvula. Cuando el lóbulo del árbol de levas levanta el brazo exterior, el brazo interior presiona el vástago de la válvula, abriéndola. A continuación, el brazo exterior regresa a su anterior posición debido a la rotación del árbol de levas, y entonces el interior se eleva, permitiendo que el muelle de la válvula la cierre³.

- **Las estaciones.**



Figura 3. Balancines

Los sistemas de teleférico requieren como mínimo dos estaciones. Una estación se construye en el punto de inicio del teleférico y el otro en su punto final. 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.

Cada estación es un ejemplar único gracias a su integración individual con la naturaleza y a las diferentes características del terreno y de la propia instalación. Por este motivo, existen diferentes tipos de estación, como por ejemplo las estaciones largas o cortas, la estación intermedia y la estación HCL.



Figura 4. Estación, punto de inicio del teleférico.

- **El grupo motor.**

Dependiendo de las necesidades específicas del proyecto, la motriz se puede ubicar tanto en la estación inferior o superior, en configuración enterrada o aérea, en las variantes motriz fija o motriz tensora. Un grupo motor clásico está formado al menos por un motor, un freno de servicio, un freno de emergencia y el reductor de velocidad.

El DirectDrive es una creación propia y exclusiva de LEITNER, y es el único sistema de accionamiento de teleférico sin reductor de velocidad. Su eje de salida está conectado directamente a la polea.

La ausencia de un complejo reductor comporta ventajas notables en el funcionamiento. DirectDrive permite una operación silenciosa con una reducción del sonido de alrededor 15 Decibelios respecto a los sistemas tradicionales. Además, requiere mantenimiento mínimo y costes de ejercicio muy bajos.

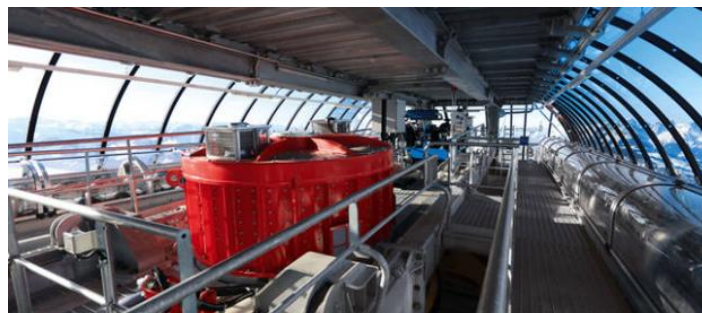


Figura 5. Grupo motor, ubicable en estación inferior o superior.

- **La línea.**

Ningún otro elemento como la morfología del terreno es capaz de influir tan claramente en las características de la línea de un teleférico. En consecuencia, es importante el desarrollo de todos los aspectos de los componentes y su correcto funcionamiento, los cuales ofrecen a los pasajeros el máximo confort y seguridad. La línea tiene diferentes componentes, como las pilonas, los balancines y el cable.



Figura 6. Línea de un teleférico.

- **El cable.**

El cable da nombre a todos los sistemas de transporte por cable, los teleféricos. Los cables de acero están compuestos de hilos de cable que se retuercen alrededor del núcleo del cable. Empresas especializadas fabrican los cables y los montan en el lugar.

El sistema de control del teleférico.

El sistema de control del teleférico supervisa la seguridad de la instalación y de los pasajeros. En la interfaz de usuario del sistema de control del teleférico, el maquinista puede ver en tiempo real todos los datos y la información necesarios para el funcionamiento del teleférico y permite al maquinista regular el servicio requerido.

Electrónica de potencia.

La interacción perfecta entre el motor, el inverter y la mecánica de una instalación es un elemento esencial para obtener un alto confort de viaje. La electrónica de potencia proporciona un movimiento suave y fiable del cable en todas las condiciones de funcionamiento y peso. A través de la electrónica de potencia se controla la velocidad del vehículo y el comportamiento de la instalación en el momento de arranque y detención. Los servicios de algunos kW hasta la gran potencia del ámbito de 2-4

megavatios se adaptarán a los requisitos del sistema mecánico a través de algoritmos de regulación de forma precisa y con fuerza.

Los vehículos

Los vehículos son parte de la instalación de un teleférico, la parte que los pasajeros experimentan con más intensidad. La gama de vehículos va desde la silla biplaza para los telesillas de pinza fija o la silla de ocho asientos para desembragables y hasta cabinas para funiculares con capacidad para 200 pasajeros.

- **La silla**

Los asientos, independientemente de si se trata de un acoplamiento permanente o desembragable, ofrecen una excelente comodidad. Se pueden equipar con un amplio asiento, respaldo, reposapiés y una barra de seguridad para ofrecer una posición de sentado, un confort y una seguridad óptimos. Los asientos están disponibles con o sin asientos con calefacción, con una capa térmica estándar o con una cómoda tapicería confort. La capacidad del vehículo oscila entre 2 y 8 personas. Las sillas de 4 a 8 plazas se pueden ofrecer con o sin cúpulas protectoras.



Figura 7. Silla, acoplamiento permanente o desembragable.

- **Las cabinas.**

Las cabinas de los teleféricos desembragables tienen una capacidad de transporte de 4 a 35 pasajeros y están disponibles en diferentes diseños. Todas las cabinas están compuestas por una construcción portante de aluminio. La cabina está acristalada entre los perfiles, lo que proporciona una sensación de espacio única y unas vistas panorámicas espectaculares. La forma exterior de las cabinas permite una resistencia al viento exterior muy baja. Se puede elegir el acolchado de los asientos.



- **La pinza.**

Figura 7. Cabina de un teleférico.

Hay dos tipos de pinzas que se pueden adaptar a las necesidades específicas del sistema correspondiente: la pinza fija y la desembragable. Las pinzas desembragables solo tienen un componente móvil, la mordaza de la pinza. La apertura y el cierre de la pinza se realiza de forma directa sin levas, articulaciones o sistemas de palanca. Cuando no está en funcionamiento, la pinza está cerrada. Las pinzas fijas se han estado utilizando durante décadas y se consideran muy eficaces y seguras. Esta pinza está compuesta por dos partes principales forjadas las cuales se fijan de forma permanente al cable.



Figura 8. Pinzas, adaptables a necesidades específicas.

Desarrollo

Propuesta de diseño de la geometría, alcances y limitaciones

Como bien se planteó en los 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. Por lo anterior, aquí 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.

En la figura 9 se presenta de manera gráfica la disposición del refuerzo de apoyo del teleférico.



Figura 9. Descripción gráfica del refuerzo de apoyo de teleférico.

Para este caso se sugiere un refuerzo bajo las condiciones del espacio de diseño detalladas en la figura 10. Dicho refuerzo es planteado para que la estructura sea capaz de transportar dos teleféricos al mismo tiempo, por lo que implica considerar las cargas de ampos teleféricos.

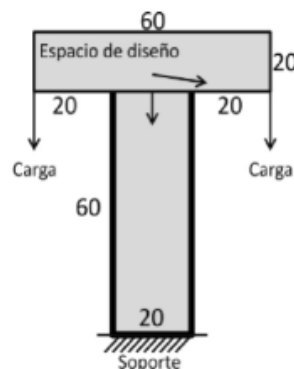


Figura 10. Espacio de diseño definido

Pasos del desarrollo de la programación

Por practicidad, se vuelve a dar uso al “código de optimización topológica de 99 líneas escrito en Matlab” por el autor Ole Sigmund (2001). Nuevamente se hacen las modificaciones necesarias para las condiciones establecidas. Para recordar un poco, el código en esencia se compone de las siguientes partes: 36 líneas para el programa principal, 12 líneas para el optimizador basado en criterios, 16 líneas para un filtro de independencia de malla y 35 líneas para el código de elemento finito. Estas se definen nuevamente y a detalle a continuación.

❖ Programa principal (líneas 1-36):

En esta parte se comienza distribuyendo el material uniformemente en el dominio del diseño (línea 4). Después de ciertas inicializaciones, el ciclo principal inicia con la llamada a la subrutina de elemento finito (línea 12) la cual regresa el vector de desplazamiento U . La subrutina de matriz de rigidez del elemento es solo llamada una vez (línea 14) al tratarse de un material sólido. Después de ello, un ciclo sobre todos los elementos

determina la función objetivo y las sensibilidades (líneas 16-24). El análisis de sensibilidad es seguido por una llamada al filtro de independencia de malla (línea 26) y el optimizador de criterios óptimos (línea 28). El cumplimiento actual, así como otros parámetros son impresos (líneas 30-33) y la distribución de densidad resultante de grafica (línea 35). El ciclo principal se termina si el cambio en las variables de diseño (línea 30) es menos del 1%, de lo contrario los pasos de arriba se vuelven a repetir.

❖ Optimizador basado en criterios de optimización (líneas 37-48)

El optimizador encuentra las variables de diseño actualizadas (líneas 37-48). Ya que el volumen material ($\text{sum}(\text{sum}(\text{xnew}))$) es una función monótonamente decreciente del multiplicador de Lagrange (retraso), el valor del multiplicador lagrangiano que satisface la restricción de volumen puede encontrarse por un algoritmo de bisección (líneas 40-48). El algoritmo de bisección se inicializa adivinando unos límites $l1$ inferior y $l2$ superior para el multiplicador lagrangiano (línea 39). El intervalo que limita el multiplicador lagrangiano se reduce repetidamente a la mitad hasta que su tamaño es menos que los criterios de convergencia (línea 40).

❖ Filtrado de independencia de malla (líneas 49-64)

El filtro de independencia de malla funciona al modificar los elementos sensitivos (líneas 49-64).

❖ Código de elemento finito (líneas 65-99)

El código de elemento finito se escribe en las líneas 65-99. La matriz de rigidez global está formada por un bucle sobre todos los elementos (líneas 70-77). Como sucedía en los principales programas, las variables $n1$ y $n2$ indican el número de nodos de elementos de la parte superior izquierda y derecha en números de nodos globales y son usados para insertar la matriz de rigidez del elemento en los lugares correctos en la matriz de rigidez global.

Como se mencionó anteriormente, tanto los nodos como los elementos son columnas numeradas sabiamente de izquierda a derecha. Es más, cada nodo tiene dos grados de libertad (horizontal y vertical), así el comando $F(2,1) = -1$. (línea 79) aplica una fuerza vertical unitaria en la esquina superior izquierda. Los apoyos se implementan eliminando grados fijos de libertad de las ecuaciones lineales. Matlab lo puede hacer con la línea:

$$84U(\text{freedofs},:) = K(\text{freedofs},\text{freedofs}) \setminus F(\text{freedofs},:);$$

Donde “freedofs” indican, los grados de libertad que no están restringidos. En general, es más fácil definir los grados de libertad que son fijos (fixeddofs) a partir de que los freedofs se encuentran automáticamente usando el operador de Matlab “setdiff” que encuentra los grados de libertad libres como la diferencia entre todos los grados de libertad y los grados de libertad fijos (línea 82). La matriz de rigidez se calcula en las

líneas 86-99. El módulo de Young (E) y la ratio de Poisson (ν) pueden modificarse en las líneas 88 y 89.

Aunque como bien se mencionó, para para esta práctica en específico, se tuvieron que realizar algunas modificaciones al código base para la propuesta de diseño anteriormente planteada.

Código para la simulación.

```

%%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE
%%% PRACTICA4(60,80,0.33,3.0,1.5)

function PRACT4(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.;
        end
    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

```

```

% 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('%6.3',sum(sum(x))/(nelx*nely))]);
% 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;

%***** 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] = 1k;
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 elv = 1:nelv
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(elv,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]=1k
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)

```

```

end
% DEFINE LOADS AND 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;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
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)];

```

Resultados de la optimización.

Los resultados obtenidos de las simulaciones de acuerdo diferentes iteraciones se muestran en las figuras 11,12 y 13 respectivamente.

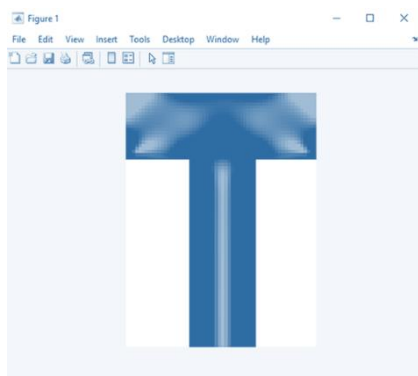


Figura 11. Resultado iteración capturada (1).

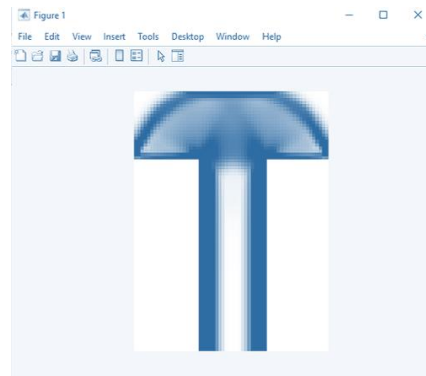


Figura 13. Resultado iteración capturada (2).

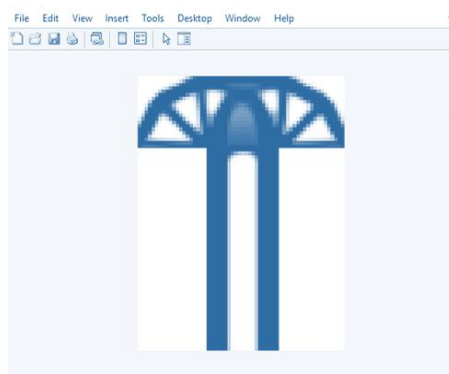


Figura 11. Resultado iteración capturada (3).

Conclusiones

Javier Humberto Guía Martínez

En la practico se investigó sobre lo que se necesita al hacer un teleférico las cuales pueden ser sus partes, funciones y los tipos de teleféricos que hay al igual de la complejidad de algunos de estos, se investigó un poco acerca de su historia y operación, lo cual es importante para entender este transporte, recalcando que el diseño es lo más importante por lo cual es fundamental para el balance de las fuerzas y el correcto funcionamiento de este.

Alan Saim Lozano Espinosa

Para la práctica se retomaron las partes principales que tiene un teleférico e información general, así como la programación del análisis del rediseño, permitiendo una mejor optimización que permite balancear las cargas de mejor manera y distribuyéndolas de una manera que todo el recorrido se vea sumamente seguro en cuando al transporte de un punto a otro. Esto nos permite ver más allá y transmite ideas de cómo se puede llegar a formar una estructura uniforme y estable de un componente.

Abraham Guerra Carmona

En esta actividad se pudo proponer un diseño generativo para un gancho de un teleférico, o así también como la programación la cual se modificó el programa de Matlab ya antes utilizado, usando lo para el análisis del rediseño, permitiendo una mejor optimización que permite modificar la estructura del gancho dejando solamente el material necesario para soportar la carga y así balancear las cargas de mejor manera.

Pablo Aaron Cruz Rentería

Para esta practica se vio la manera de generar un diseño generativo para el sujetador de un teleférico el cual estaba sometido a diferentes cargas , en los resultados de la optimización se llego a los resultados esperados por lo que podemos concluir con éxito dicho análisis, en definitiva podemos decir que una vez más se pudo realizar gracias al programa una disminución de material y lograr que se soportara la misma carga.

5.- Referencias Bibliográficas.

1. Miravete, Antonio (2004). Transportadores y elevadores (2 edición). Reverte. p. 448. ISBN 8492134917. «pag. 251 ».
2. Die Erfind Der Drahtseilbahnen: Eine Studie Aus Der Entwicklungsgeschichte ... (en inglés). University of California. 1908. Consultado el 20 de septiembre de 2022.
3. Goodnight, Kirk T. VanGelder (2017). Automotive Engine Repair. Jones & Bartlett Learning. pp. 429 de 694. ISBN 9781284101980. Consultado el 18 de julio de 2020.

4. L.A. Schmidt, Structural design by systematic synthesis, Proceedings of the Second ASCE Conference on Electronic Computation, 105–122, Pittsburgh, USA (1960).
5. S. Hernández, Métodos de Diseño Óptimo de Estructuras, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid (1990).
6. F. Navarrina y M. Casteleiro, A general methodological analysis for optimum design, Int. J. Num. Meth. Engrg., 31, 85–111 (1991).
7. F. Navarrina, S. López, I. Colominas, E. Bendito y M. Casteleiro, High order shape design sensitivity: A unified approach. Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg., 188, 681–696 (2000).
8. M. P. Bendsøe y N. Kikuchi, generating optimal topologies in structural design using a homogenization method, Comp. Meth. Appl. Mech. Engrg., 71, 197–224 (1988).
9. E. Ramm, S. Schwarz y R. Kemmler, Advances in structural optimization including nonlinear mechanics, Proceedings of the European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2000) (CD-ROM, ISBN: 84-89925-70-4), European Community on Computational Methods in Applied Sciences, Barcelona (2000).
10. M. P. Bendsøe, Optimization of structural topology, shape, and material, Springer-Verlag, Heidelberg (1995).
11. I. Muiños, Optimización Topológica de Estructuras: Una Formulación de Elementos Finitos para la Minimización del Peso con Restricciones en Tensión, Proyecto Técnico, ETSICCP, Universidad de A Coruña (2001).
12. M. P. Bendsøe, Variable-topology optimization: status and challenges, Proceedings of the European Conference on Computational Mechanics ECCM'99, W. Wunderlich (Ed.), TUM, Munich (1999).
13. I. Muiños, I. Colominas, F. Navarrina y M. Casteleiro, Una formulación de mínimo peso con restricciones en tensión para la optimización topológica de estructuras, Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (ISBN: 84-89925-91-7), E. Oñate, F. Zárata, G. Ayala, S. Botello y M.A. Moreles (Eds.), CIMNE, Barcelona, 399–408 (2001).