



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FIME



FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

Práctica #5

U.A: Laboratorio de Biomecánica

Equipo #2

Integrantes del Equipo:

Melissa Alejandra Jasso Maciel	1897337	IMTC
Carlos Antonio Caballero Padilla	1900864	IMTC
Omar Gerardo Ríos Gaytán	1902388	IMTC
Edgar Alan Carrizales Treviño	1904406	IMTC
Nestor Eliud Cano Garcia	1909644	IMTC

BRIGADA: 204 AULA: 12BMC

DOCENTE: Yadira Moreno Vera

Fecha de entrega: 01/11/22

Semestre Agosto– diciembre 2022



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FIME

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
ELECTRICA



NOMBRE Y DEFINICIÓN DE LA FORMA GEOMÉTRICA

Las prótesis de pie son dispositivos médicos empleados para ayudar a pacientes que han sufrido la amputación total o parcial de su pie a causa de un accidente o enfermedad. Estas prótesis sustituyen de forma artificial la parte faltante o la totalidad del pie, imitando las formas y dimensiones de la sección original.

Así, el paciente tiene la oportunidad de recobrar su capacidad de ponerse de pie, caminar y realizar prácticamente cualquier tipo de actividad de forma normal, recuperando su calidad de vida en muchos sentidos.

Los pies son una de las extremidades más importantes y básicas no sólo para poder caminar, sino para simplemente poder sostenerse parado y tener el equilibrio necesario para todo tipo de actividades, por lo que las prótesis de pie y tobillo son de las más importantes y avanzadas en casos de amputación por accidentes, enfermedades o agenesis.

Un pie protésico se trata de un aparato médico diseñado justo a la medida de cada paciente para suplantar estética y funcionalmente la parte faltante de la extremidad a causa de una amputación.

Esta tiene la función tanto de aparentar que existe la sección faltante como de ser un punto de apoyo para que el paciente pueda caminar, utilizar calzado y desempeñar sus labores de forma normal o lo más normal posible.

Esta prótesis puede suplantar desde unos cuantos dedos (prótesis de dedos de pie) el antepié, pie completo y pie con tobillo todo depende del grado y lugar de la amputación.

Todas las prótesis de pie cuentan con una serie de mecanismos diseñados para poder adaptarse al muñón de forma adecuada y firme, además de brindar el soporte y movimiento necesario para que el paciente pueda sostener de pie, caminar e inclusive correr y desempeñar labores o deportes de alto rendimiento.

ESTADO DEL ARTE

Una prótesis es un dispositivo de aplicación externa que se usa para reemplazar total o parcialmente una parte de un miembro ausente o deficiente, las prótesis pueden ser para miembro superior (dedos, mano, antebrazo, brazo) y también para miembro inferior (para desarticulación de cadera, arriba de rodilla, debajo de rodilla, pie o dedos del pie).

Para el uso de una prótesis debe de existir el acto de una amputación en primera instancia, y la amputación es una cirugía que provoca un cambio irreversible en la persona sometida a ésta, debido a que dicho procedimiento consiste en cortar o separar del cuerpo un segmento de un miembro superior o inferior.

El nivel al que se realiza el corte es determinante en las competencias futuras del paciente, entre más cercana sea la amputación al resto del cuerpo se requerirán más elementos protésicos, para poder generar una función similar a la sección del cuerpo que fue retirada.

Los niveles transarticulares presentan mejor pronóstico funcional que los realizados a través del hueso en un nivel inmediatamente superior. Es importante que el cirujano antes de realizar la amputación no solo piense en salvar la vida, sino en conservar buenas posibilidades de independencia y reinserción social.

Las prótesis de pierna pueden variar de acuerdo con sus componentes y nivel de amputación; pues no es lo mismo para un paciente que tienen una amputación debajo de rodilla a un paciente al que se le realizó la amputación arriba de rodilla y que requerirá de una cantidad mayor de componentes, para sustituir la articulación perdida.

Para una prótesis con un nivel de amputación transtibial los componentes que se necesitan para la prótesis son: Pie protésico, adaptadores y elementos de unión con el encaje protésico.

En cambio, para un nivel de amputación transfemoral, serán necesarios: Un pie protésico, una articulación de rodilla, adaptadores y elementos de unión con el encaje protésico.



PROPUESTAS DE LA GEOMETRÍA, DISEÑO Y LIMITACIONES

Prótesis de Pie Estéticas

Las prótesis de pie estéticas son aparatos diseñados no sólo para el soporte del paciente, sino también para aparentar la normalidad de la extremidad en casos de amputaciones.

Se tratan de piezas altamente recomendadas por médicos, cirujanos, podólogos y fisioterapeutas, quienes están al tanto de la importancia que tiene para el paciente sentir que su aspecto físico es normal, lo cual lo ayuda tanto física como psicológicamente.

Este tipo de prótesis se construyen de forma artesanal y personalizada, las cuales imitan de forma bastante realista las estructuras y tejidos del pie, imitando el color y la textura de la piel, uñas, dedos e inclusive detalles como venas, lunares y manchas, el cual da la impresión de que no existe ninguna amputación en el cliente.

Pero estas prótesis no sólo tienen la misión de imitar el cuerpo humano, sino que también tienen diseños ortopédicos que permiten mejorar posturas, corregir lesiones, dolores y brindar soporte para que la persona pueda retomar sus actividades de forma independiente y sin la necesidad de otros aparatos de soporte como andaderas o bastones.



Tipos de amputaciones en las que se necesita una prótesis de pie

Como lo mencionamos anteriormente, todas las prótesis de pierna incluyen el pie protésico, pues es obvio que, al perder la pierna desde el tobillo, rodilla o fémur, también se pierde la parte del pie, por lo que siempre debe ir incluido obligatoriamente.

Sin embargo, cuando la amputación es sólo en una sección del pie, se deberá usar prótesis de tipo:



- Prótesis de dedos de pie.
- Prótesis transmitatarsal.
- Tarsometatarsal.
- Mediotarsiana.
- Pie y tobillo.

Partes de las prótesis

Dependiendo del tipo de amputación, la prótesis podrá estar compuesta de diversos elementos, como lo pueden ser:



- Socket o encaje con el muñón.
- Plantillas.
- Almohadillas.
- Estabilizadores para el talón.
- Elementos estéticos.

De igual manera, existen prótesis mucho más avanzadas que pueden tener dispositivos y elementos robóticos, mecánicos, micro eléctricos y biomecánicos para otorgar movimientos especiales en caso de ser necesario.

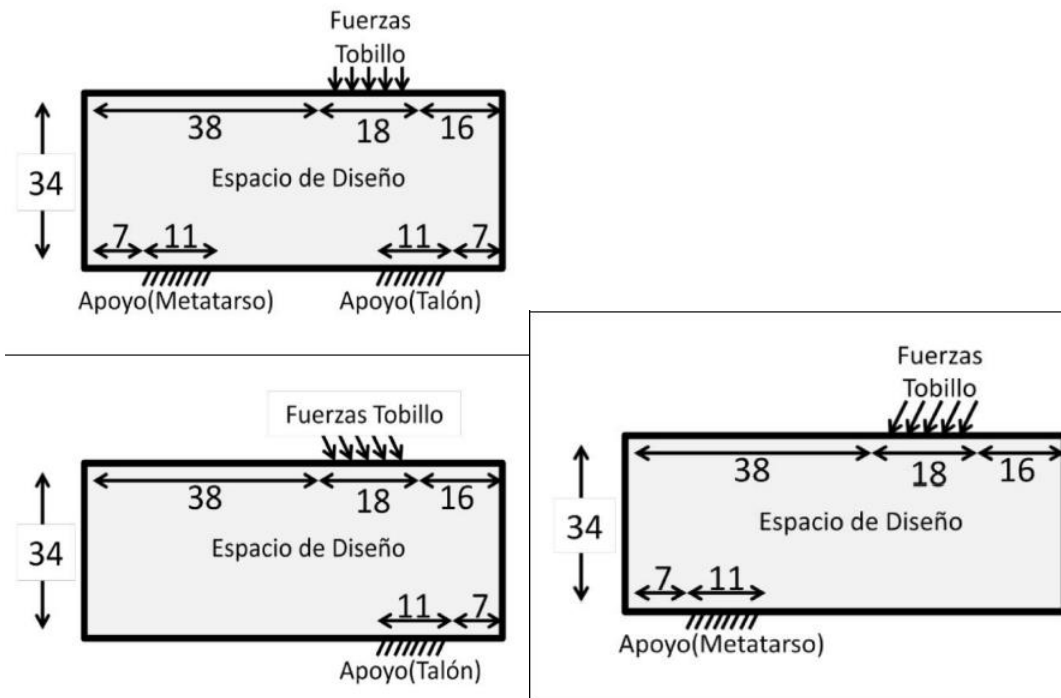
Alcances y limitaciones.

Nuestra prótesis esta desarrollada de una forma económica siendo que la forma de apoyo de esta es sencilla de entender y fácil de manejar, por los cálculos que ha realizado mi compañero con anterioridad podemos presenciar como esta tiene una buena resistencia y fácil movilidad, sin embargo esta sacrifica lo que es la apariencia estética, si bien no puede lucir semejante a un pie humano, cumple muy bien con las funciones del mismo sirviendo de apoyo y para brindar equilibrio al portados, la forma en como esta reacciona a la presión y a la fuerza que se le aplica a la hora de caminar parecer ser buena, sin excederse ni ser necesario una material de alta resistencia que pueda ser costos.

DESARROLLO DEL CÓDIGO DE LA PRÁCTICA

OPTIMIZACION DE UNA PRÓTESIS DE PIE

Para realizar una optimización de una prótesis de pie investigando y tomando como referencia prótesis ya diseñadas se concluyó que se tenían que realizar 3 simulaciones para los 3 estados de marcha y así comparamos los resultados de cada una de las simulaciones, esto nos desglosara en 3 códigos de Matlab lo cual será algo laborioso pero dado que son similares entre si los códigos y solo cambian algunas cosas además de tener la misma base de los códigos anteriores, no supondrá demasiado problema.



- 1.- Normal (El talón y área metatarsial son los apoyos, la fuerza se aplica sobre el tobillo con una fuerza de 500N)-
- 2.- Despegue (El área metatarsial es el apoyo, la fuerza de 500N se aplica sobre el tobillo con un ángulo de 30°).
- 3.- Apoyo (El área del talón es el apoyo, la fuerza de 500N se aplica sobre el tobillo con un ángulo de 60°).

RESULTADOS Y CODIGO DEL PRIMER CASO

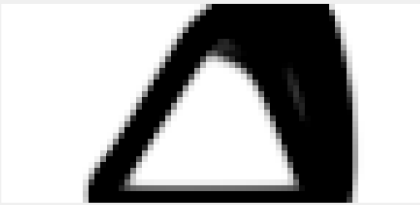
Workspace Command Window Editor - topp7.m

```

1  %%% A CODEEE BIOEMCANICA %%%
2  function topp(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
3  % INITIALIZE
4  x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
5  loop = 0;
6  change = 1.;
7  % START ITERATION
8  while change > 0.01
9  loop = loop + 1;
10 xold = x;
11 % FE-ANALYSIS
12 [U]=FE(nelx,nely,x,penal);
13 % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
14 [KE] = lk;
15 c = 0.;
16 for ely = 1:nely
17 for elx = 1:nelx
18 n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
19 n2 = (nely+1)* elx +ely;
20 dc(ely,elx)=0.;
21 for i=1:5
22 Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2;
23 2*n1+1;2*n1+2],i);
24 c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
25 dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)* Ue'*KE*Ue;
26 end
27 end
28 end
29 % FILTERING OF SENSITIVITIES
30 [dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
31 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
32 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc);
33 % PRINT RESULTS
34 change = max(max(abs(x-xold)));
35 disp(['It: ', num2str(loop), ' loop: ', num2str(1/loop), ' cost: ', num2str(c)

```

Figure 1



topp7.m

```

1  %%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLESIGMUND, OCTOBER 1999 %%%
2  function topp(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
3  % INITIALIZE
4  x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
5  loop = 0;
6  change = 1.;
7  % START ITERATION
8  while change > 0.01
9  loop = loop + 1;
10 xold = x;
11 % FE-ANALYSIS
12 [U]=FE(nelx,nely,x,penal);
13 % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
14 [KE] = lk;
15 c = 0.;
16 for ely = 1:nely
17 for elx = 1:nelx
18 n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
19 n2 = (nely+1)* elx +ely;
20 dc(ely,elx)=0.;
21 for i=1:5
22 Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2;
23 2*n1+1;2*n1+2],i);
24 c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
25 dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
26 end
27 end
28 end
29 % FILTERING OF SENSITIVITIES
30 [dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
31 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
32 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc);
33 % PRINT RESULTS
34 change = max(max(abs(x-xold)));
35 disp(['It: ', num2str(loop), ' loop: ', num2str(1/loop), ' cost: ', num2str(c)

```

```

workspace Command window
topp7.m x +
34 - change = max(max(abs(x-xold)));
35 - disp(['It.: ' sprintf('%4i',loop) 'Obj.: ' sprintf('%10.4f',c) ...
36 - ' Vol.: ' sprintf('%6.3f',sum(sum(x))/(nelx*nely)) ...
37 - ' ch.: ' sprintf('%6.3f',change) ])
38 - % PLOT DENSITIES
39 - colormap(gray); imagesc(-x); axis equal; axis tight; axis off; pause(1e6);
40 - end
41 - %***** OPTIMALITY CRITERIA UPDATE *****
42 - function [xnew]=OC(nelx,nely,x,volfrac,dc)
43 - l1 = 0; l2 = 100000; move = 0.2;
44 - while (l2-l1 > 1e-4)
45 - lmid = 0.5*(l2+l1);
46 - xnew = max(0.001,max(x-move,min(1.,min(x+move,x.*sqrt(-dc./lmid)))));
47 - if sum(sum(xnew)) - volfrac*nelx*nely > 0;
48 - l1 = lmid;
49 - else
50 - l2 = lmid;
51 - end
52 - end
53 - %***** MESH-INDEPENDENCY FILTER *****
54 - function [dcn]=check(nelx,nely,rmin,x,dc)
55 - dcn=zeros(nely,nelx);
56 - for i = 1:nelx
57 - for j = 1:nely
58 - sum=0.0;
59 - for k = max(i-round(rmin),1):min(i+round(rmin),nelx)
60 - for l = max(j-round(rmin),1):min(j+round(rmin),nely)
61 - fac = rmin-sqrt((i-k)^2+(j-l)^2);
62 - sum = sum+max(0,fac);
63 - dcn(j,i) = dcn(j,i) + max(0,fac)*x(l,k)*dc(l,k);
64 - end
65 - end
66 - dcn(j,i) = dcn(j,i)/(x(j,i)*sum);
67 - end

```

```

Workspace Command Window
topp7.m x +
73 - r = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5); U = sparse(2*(nely+1)*(nelx+1),5);
74 - for ely = 1:nely
75 - for elx = 1:nelx
76 - n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
77 - n2 = (nely+1)* elx +ely;
78 - edof = [2*n1-1; 2*n1; 2*n2-1; 2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2; 2*n1+1; 2*n1+2];
79 - K(edof,edof) = K(edof,edof) + x(ely,elx)^penal*KE;
80 - end
81 - end
82 - % DEFINE LOADSAND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
83 - F(3222,1) = -1;
84 - F(3782,2) = -1;
85 - F(2662,3) = -1;
86 - F(2942,4) = -1;
87 - F(3502,5) = -1;
88 - fixeddofs = union([560:2*(nely+1):1260],[3920:2*(nely+1):4620]);
89 - alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
90 - freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
91 - % SOLVING 127
92 - U(freedofs,:) = K(freedofs,freedofs)\F(freedofs,:);
93 - U(fixeddofs,:) = 0;
94 - %***** ELEMENT STIFFNESS MATRIX *****
95 - function [KE]=lk
96 - E = 1.;
97 - nu = 0.3;
98 - k=[ 1/2-nu/6 1/8+nu/8 -1/4-nu/12 -1/8+3*nu/8 ...
99 - -1/4+nu/12 -1/8-nu/8 nu/6 1/8-3*nu/8];
100 - KE = E/(1-nu^2)*[ k(1) k(2) k(3) k(4) k(5) k(6) k(7) k(8)
101 - k(2) k(1) k(8) k(7) k(6) k(5) k(4) k(3)
102 - k(3) k(8) k(1) k(6) k(7) k(4) k(5) k(2)
103 - k(4) k(7) k(6) k(1) k(8) k(3) k(2) k(5)
104 - k(5) k(6) k(7) k(8) k(1) k(2) k(3) k(4)
105 - k(6) k(5) k(4) k(3) k(2) k(1) k(8) k(7)
106 - k(7) k(4) k(5) k(2) k(3) k(8) k(1) k(6)
107 - k(8) k(3) k(2) k(5) k(4) k(7) k(6) k(1)];

```


RESULTADOS Y CODIGO DEL SEGUNDO CASO

2.0 bin

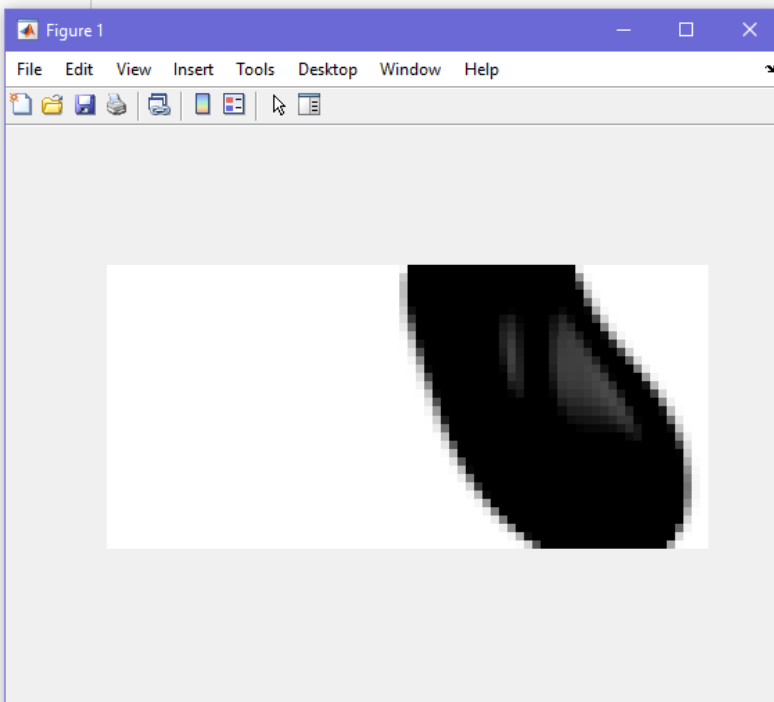
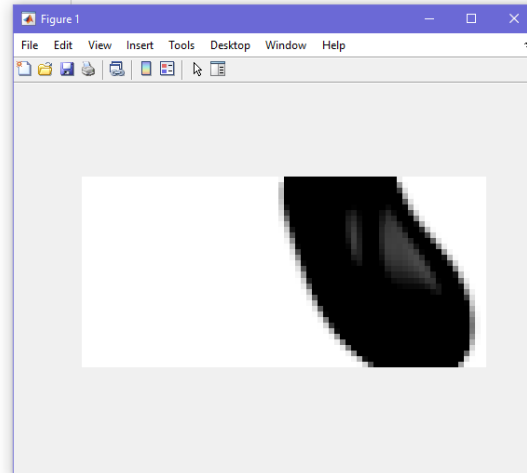
Workspace Command Window Editor - topp7a.m

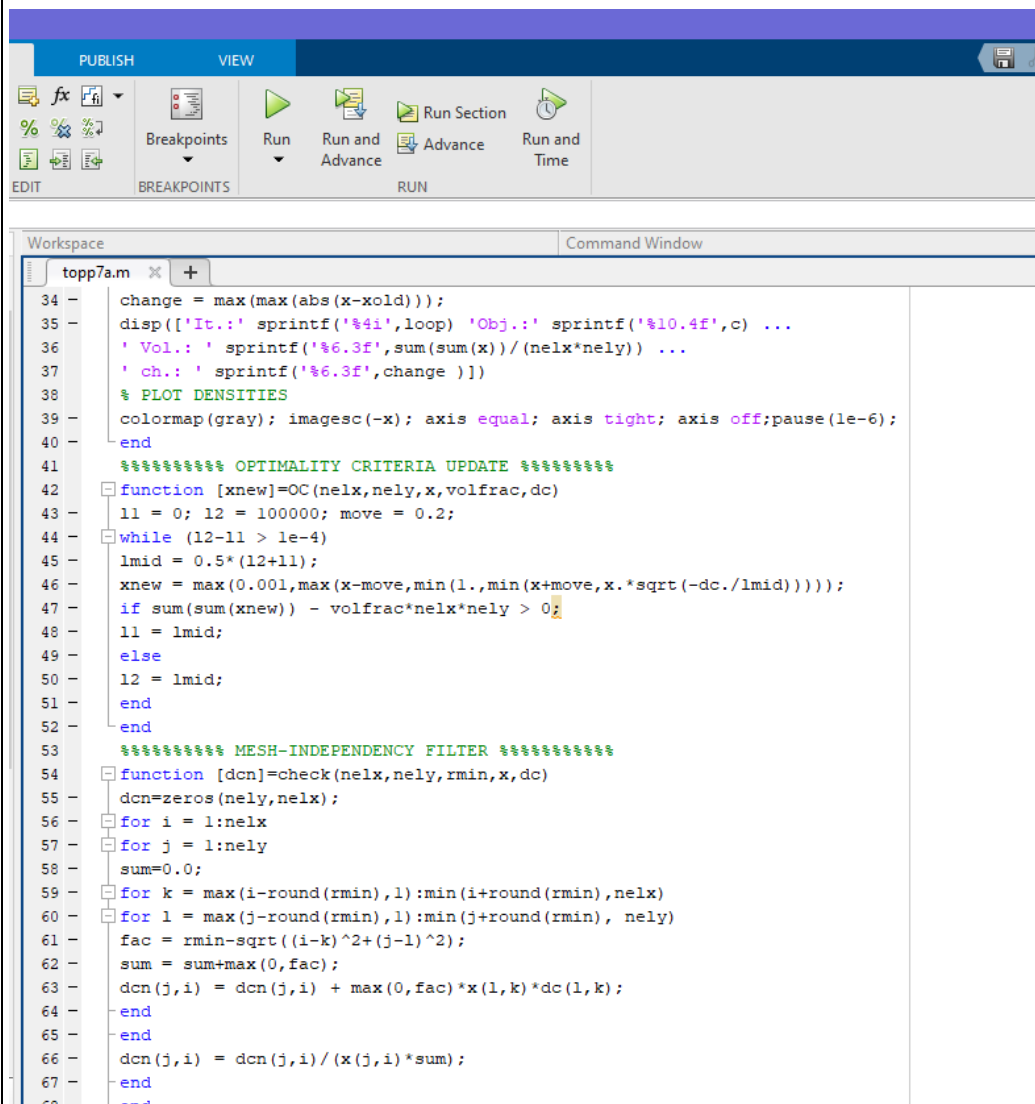
```

1 %%% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLESGUMUND, OCTOBER 1999 %%%
2 function topp(nelx,nely,volfrac,penal,rmin)
3 % INITIALIZE
4 x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
5 loop = 0;
6 change = 1.;
7 % START ITERATION
8 while change > 0.01
9 loop = loop + 1;
10 xold = x;
11 % FE-ANALYSIS
12 [U]=FE(nelx,nely,x,penal);
13 % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
14 [KE] = 1k;
15 c = 0.;
16 for ely = 1:nely
17 for elx = 1:nelx
18 n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
19 n2 = (nely+1)* elx +ely;
20 dc(ely,elx)=0.;
21 for i=1:5
22 Ue = U([(2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2;
23 2*n1+1;2*n1+2),i]);
24 c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
25 dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)*Ue'*KE*Ue;
26 end
27 end
28 end
29 % FILTERING OF SENSITIVITIES
30 [dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
31 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
32 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc);
33 % PRINT RESULTS
34 change = max(max(abs(x-xold)));
35 disp(['Iteration ',loop,' change = ',change,' xold = ',xold]);

```

respecto al tiempo.fig





```

Workspace Command Window
topp7a.m
74 - for ely = 1:nely
75 -     for elx = 1:nelx
76 -         n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
77 -         n2 = (nely+1)* elx +ely;
78 -         edof = [2*n1-1; 2*n1; 2*n2-1; 2*n2; 2*n2+1;2*n2+2;2*n1+1; 2*n1+2];
79 -         K(edof,edof) = K(edof,edof) + x(ely,elx)^penal*KE;
80 -     end
81 - end
82 - % DEFINE LOADSAND SUPPORTS (HALF MBB-BEAM)
83 - F(3222,1) = -1;
84 - F(3782,2) = -1;
85 - F(2662,3) = -1;
86 - F(2942,4) = -1;
87 - F(3502,5) = -1;
88 - fixeddofs = [3920:2*(nely+1):4620];
89 - alldofs = [1:2*(nely+1)*(nelx+1)];
90 - freedofs = setdiff(alldofs,fixeddofs);
91 - % SOLVING 127
92 - U(freedofs,:) = K(freedofs,freedofs) \F(freedofs,:);
93 - U(fixeddofs,:) = 0;
94 - %%%%%%%%%% ELEMENT STIFFNESS MATRIX %%%%%%%%%%
95 - function [KE]=lk
96 -     E = 1.;
97 -     nu = 0.3;
98 -     k=[ 1/2-nu/6 1/8+nu/8 -1/4-nu/12 -1/8+3*nu/8 ...
99 -       -1/4+nu/12 -1/8-nu/8 nu/6 1/8-3*nu/8];
100 -     KE = E/(1-nu^2)*[ k(1) k(2) k(3) k(4) k(5) k(6) k(7) k(8)
101 -       k(2) k(1) k(8) k(7) k(6) k(5) k(4) k(3)
102 -       k(3) k(8) k(1) k(6) k(7) k(4) k(5) k(2)
103 -       k(4) k(7) k(6) k(1) k(8) k(3) k(2) k(5)
104 -       k(5) k(6) k(7) k(8) k(1) k(2) k(3) k(4)
105 -       k(6) k(5) k(4) k(3) k(2) k(1) k(8) k(7)
106 -       k(7) k(4) k(5) k(2) k(3) k(8) k(1) k(6)
107 -       k(8) k(3) k(2) k(5) k(4) k(7) k(6) k(1)];
108

```

RESULTADOS Y CODIGO DEL TERCER CASO

Workspace Command Window Editor - topp7b.m

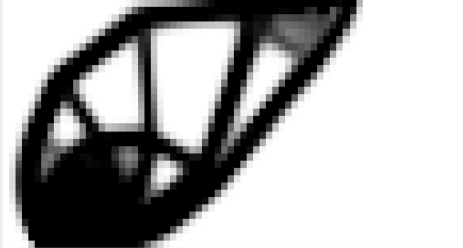
topp7a.m topp7b.m +

```

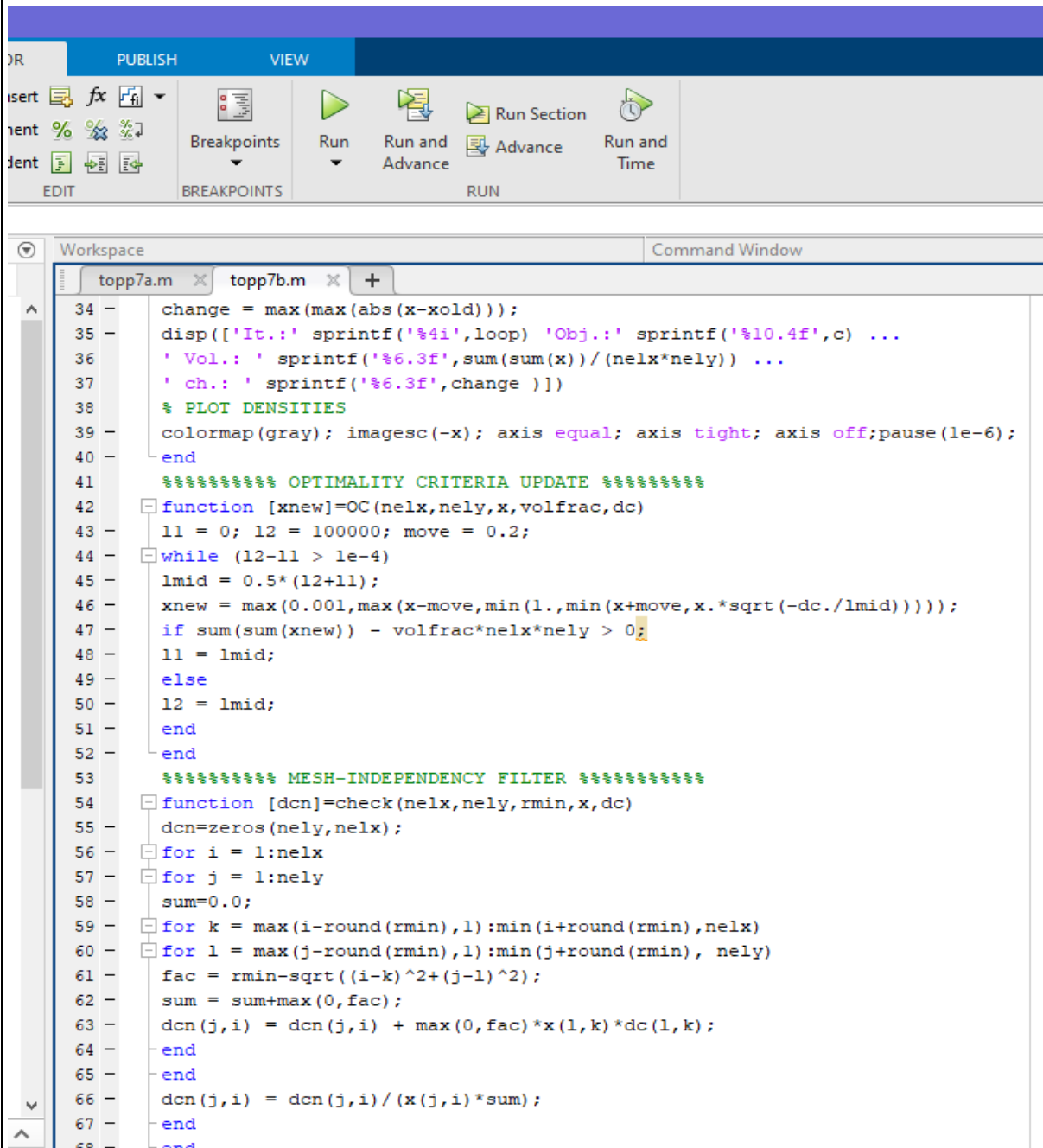
1  %% A 99 LINE TOPOLOGY OPTIMIZATION CODE BY OLESGMUND, OCTOBER 1999 %%
2  function topp(nelx,nely,volfrac,penal,rmin);
3  % INITIALIZE
4  x(1:nely,1:nelx) = volfrac;
5  loop = 0;
6  change = 1.;
7  % START ITERATION
8  while change > 0.01
9  loop = loop + 1;
10 xold = x;
11 % FE-ANALYSIS
12 [U]=FE(nelx,nely,x,penal);
13 % OBJECTIVE FUNCTION AND SENSITIVITY ANALYSIS
14 [KE] = 1k;
15 c = 0.;
16 for ely = 1:nely
17 for elx = 1:nelx
18 n1 = (nely+1)*(elx-1)+ely;
19 n2 = (nely+1)* elx +ely;
20 dc(ely,elx)=0.;
21 for i=1:5
22 Ue = U([2*n1-1;2*n1; 2*n2-1;2*n2; 2*n2+1; 2*n2+2;
23 2*n1+1;2*n1+2],i);
24 c = c + x(ely,elx)^penal*Ue'*KE*Ue;
25 dc(ely,elx) = dc(ely,elx)-penal*x(ely,elx)^(penal-1)* Ue'*KE*Ue;
26 end
27 end
28 end
29 % FILTERING OF SENSITIVITIES
30 [dc] = check(nelx,nely,rmin,x,dc);
31 % DESIGN UPDATE BY THE OPTIMALITY CRITERIA METHOD
32 [x] = OC(nelx,nely,x,volfrac,dc);
33 % PRINT RESULTS
34 change = max(max(abs(x-xold)));
35 disp(['Iteration ',loop,' change = ',change]);

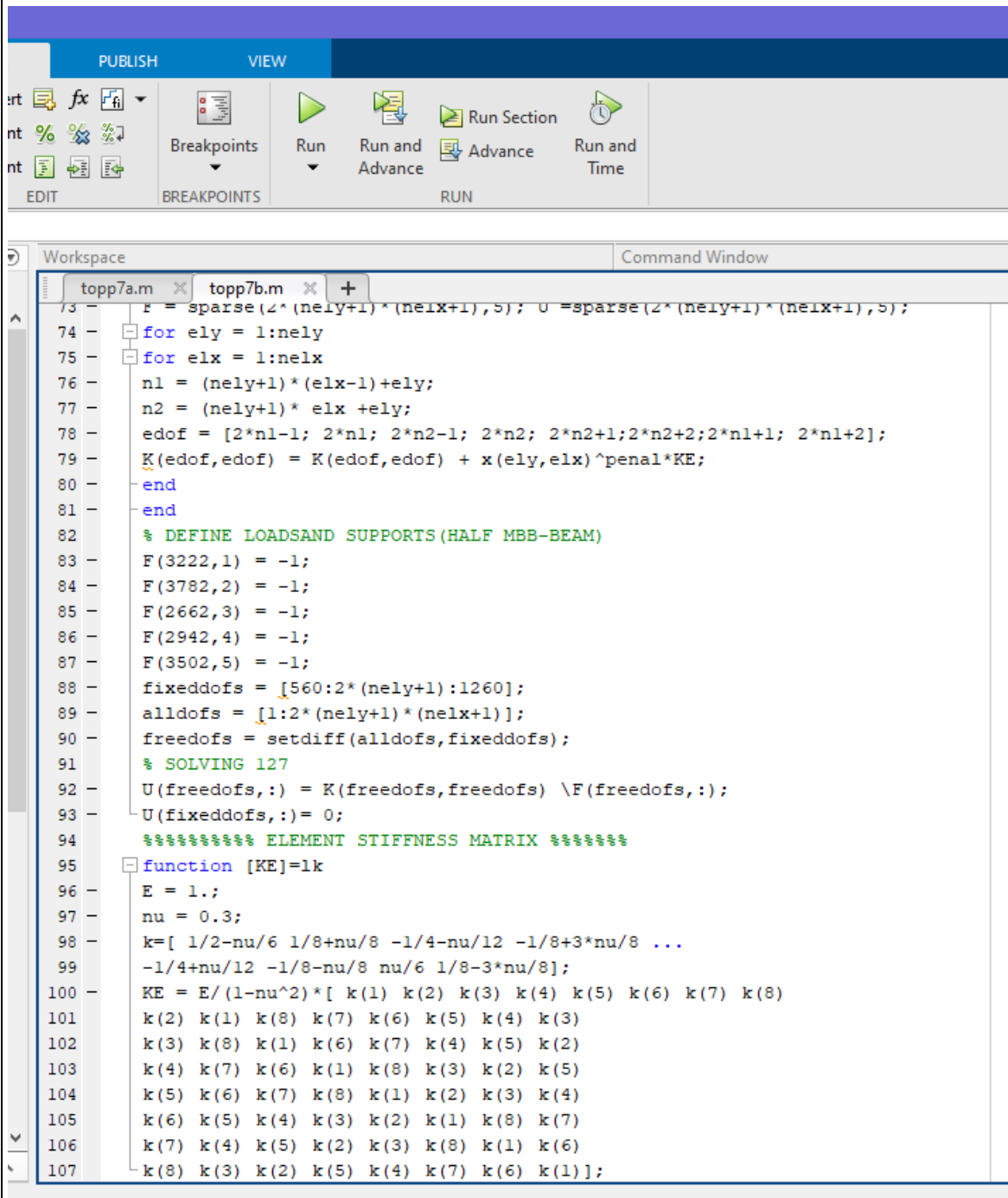
```

Figure 1



UTF-8 topp Ln 25 Col 56







UANL

FIME



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

Conclusiones

Omar Gerardo Ríos Gaytán – 1902388

El objetivo de la práctica era implementar el diseño generativo en una prótesis de pie, esto con la función de desarrollar la misma prótesis, capaz de aguantar las mismas fuerzas que lo haría una normal, pero con menos cantidad de material gastado. Se pudo obtener el resultado deseado, capaz de aguantar las mismas fuerzas y lo comprobamos con el Matlab. Comprendí un más sobre el tema de la biotecnología y el cómo se podían modificar parámetros para obtener resultados de manera a que no modificase por completo toda una pieza y se pudiese acoplar mucho mejor a su función.

Melissa Alejandra Jasso Maciel 1897337

Con esta práctica pudimos observar los resultados de las simulaciones, que muestran que para los 3 estados de la marcha se requirieron distintos diseños, los cuales tienen apoyos en zonas específicas que simulan los apoyos que existen en el pie humano. En la fase normal, el metatarso y el talón generan apoyos y soportan una carga perpendicular al suelo que sería el peso humano.

La importancia del análisis de los 3 estados radica en el hecho de que los apoyos tienen que reaccionar a cargas más grandes en distintas fases, debido a que pueden funcionar como el único apoyo o no, en cierta fase. Fue una práctica interesante de realizar y concluimos que se alcanzó el objetivo planteado al inicio de la práctica.

Carlos Antonio Caballero Padilla 1900864

En conclusión, a través de esta práctica logré cumplir de manera exitosa el propósito de esta, ya que se presentó una propuesta de análisis de forma con el propósito de diseño para una prótesis de pie, además de la programación realizada en el software Matlab para la ejecución de la optimización tomando así en cuenta las características de trabajo, las ventajas y desventajas de esta misma para un correcto diseño, análisis y simulación.

Edgar Alan Carrizales Treviño 1904406

Después de la realización de esta última practica pude entender casi por completo el uso de Matlab y el cómo se relaciona con la biomecánica, además de poder extender mi conocimiento sobre el software aprendí a conocer los distintos tipos de optimizaciones y a que se refieren estas mismas, de modo que también se pudieron obtener los resultados esperados durante cada una de estas prácticas.

Nestor Eliud Cano Garcia 1909644

Con el desarrollo de esta práctica fui capaz de comprender el cómo las prótesis de pies pueden varias según el objetivo a su vez como los cálculos del desarrollo de estas pueden varias de igual forma ya que no es igual crear una que solo sea estética a una que pueda funcionar para un corredor olímpico

Raúl Emiliano Soto Salas 1864359

En esta práctica vimos que la optimización nos puede llevar incluso a poder realizar una optimización a algo que es de uso vital para la gente que padece una discapacidad que en este caso sería el pie, además de ver la importancia de que dependiendo de que parte del pie se necesite una prótesis, esta cambia más o menos en ciertos aspectos para que sea más factible el uso de la persona que la requiera. Con esto nos damos cuenta que la optimización nos puede llevar muy lejos en cuanto a innovaciones para mejorar la calidad de vida del ser humano.

Bibliografía

- Especialistas en Prótesis de Pierna en México - Tipos y costos. (2022, 7 abril). Mi Protesis de Pierna. <https://miptesisdepierna.mx/>
- Ortopedia Verástegui. (2022, 29 septiembre). *Especialistas en Prótesis de Pierna en México | Ortopédica MX* <. <https://verasteguiptesisica.com/especialistas-en-ptesis-de-pierna-en-mexico/>
- *Tipos de prótesis ortopédicas*. (2020, 17 diciembre). Interbionic. <https://interbionic.mx/tipos-de-ptesis-ortopedicas/>