Tecnológico de Monterrey

CAMPUS CIUDAD DE MÉXICO

ANÁLISIS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS EN CIENCIAS

F1019B

DIAGNÓSTICO DE MALARIA CON DIELECTROFORESIS

Prof. Héctor Javier Zambrano Meza
Prof. Horacio Antonio Figueredo Rodríguez

David Vidal Alderete - A01651497
Iván Martínez Estrada - A01661164
Alan Uriel Merlan Esquivel - A01656612
Héctor Hibran Tapia Fernández - A01661114
Carlos Celestino Roque Martínez - A01655923
Elías Eduardo Rodríguez Hernández - A01654900

Introducción

I. ¿Cuál es la especie animal más peligrosa para el ser humano?

Midamos el peligro que un animal representa con base en la cantidad de muertes que provoca cada año. Resulta que, en todo el mundo, los ataques de tiburones causan anualmente cerca de diez muertes. Se estima que los leones matan aproximadamente cien personas en ese mismo periodo, mientras que los ataques de perros causan más de veinte mil muertes cada año. Pero hay una especie animal que provoca más de setecientas mil muertes anuales en todo el mundo, debido a las enfermedades mortales que transmite: *el mosquito.*

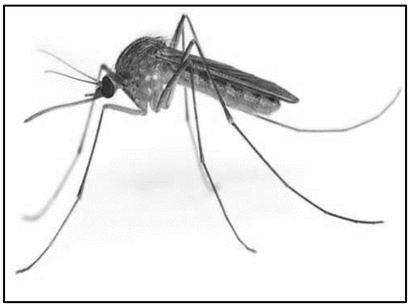


Figura 1. Mosquito.

Los mosquitos transmiten fiebre amarilla, zika, chikungunya, dengue, malaria y muchas otras enfermedades. Se estima que cada año más del ochenta por ciento de las muertes por picadura de mosquito se deben a la malaria, a la cual también se le conoce como paludismo. La mayor parte de esas muertes ocurren en África, pero también hay casos de malaria o paludismo en México.

Como las enfermedades transmitidas por mosquitos provocan tantas muertes en todo el mundo, muchos científicos se dedican a estudiarlos con modelos computacionales, la ingeniería es una disciplina encargada de estudiar y aplicar los conocimientos tecnológicos en *pro* del desarrollo y del ser humano, para mejorar la calidad de vida de todos y cada uno de nosotros, progresivamente, a través de la ciencia exacta.

II. Aplicaciones de la dielectroforesis en física.

Los campos electromagnéticos están presentes en todos lados hoy en día, a través de los dispositivos electrónicos que cada vez más están llenando nuestro día a día. Son nuestro método de trabajo, comunicación, entretenimiento.
Pero no solo eso, los campos electromagnéticos pueden proporcionar una función vital para la ingeniería, en la manera de sistemas que permitan la manipulación de ciertas partículas diminutas, u otras, que normalmente no podrían ser manipuladas de manera sencilla: partículas como electrones, usados en distintas máquinas en la industria y medicina.

Un ejemplo de esto podría ser la manipulación de partículas y, en este caso es para el diagnóstico de malaria, a través de la Dielectroforesis. Utilizando dos placas magnéticas distintas por las que tiene que atravesar la sangre del diagnosticado.

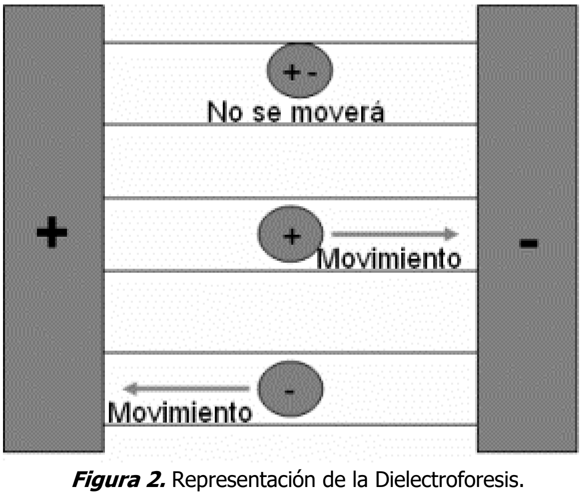


Figura 2. Representación de la Dielectroforesis.

En conclusión, se aprovecha de la diferencia de comportamientos entre los glóbulos rojos infectados y sanos: si la persona está infectada, los glóbulos se acumularán hacia ambas placas magnéticas; si la persona está sana, los glóbulos se acumularán hacia un lado solamente.

Marco Teórico

Para poder iniciar con la práctica, primero debemos comprender la teoría, presentaremos a continuación los siguientes conceptos físicos para la comprensión de nuestro proyecto.

III. Campo Eléctrico

La presencia de carga eléctrica en una región del espacio modifica las características de dicho espacio dando lugar a un campo eléctrico. Así pues, podemos considerar un campo eléctrico como una región del espacio cuyas propiedades han sido modificadas por la presencia de una carga eléctrica, de tal modo que al introducir en dicho campo eléctrico una nueva carga eléctrica, ésta experimentará una fuerza.

Se puede describir como un campo vectorial en el cual una carga eléctrica puntual de valor ***q*** sufre los efectos de una fuerza eléctrica ***F*** dada por la siguiente ecuación:

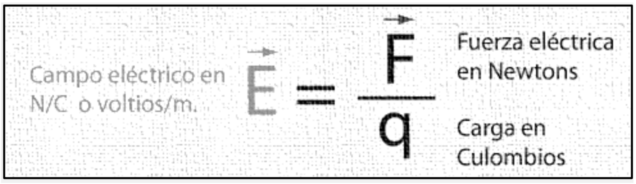


Figura 3. Fórmula del Campo Eléctrico.

Gráficamente el Campo Eléctrico se representa así:

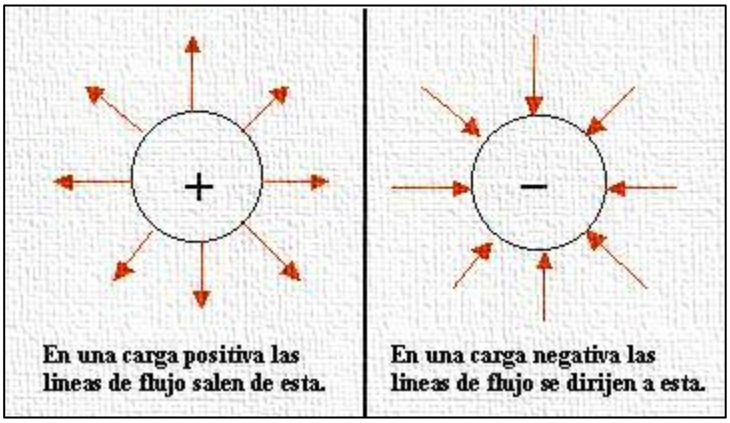


Figura 4. Carga Positiva y Negativa.

Siguiendo esta lógica de esta forma se representarían dos partículas con cargas iguales y desiguales.

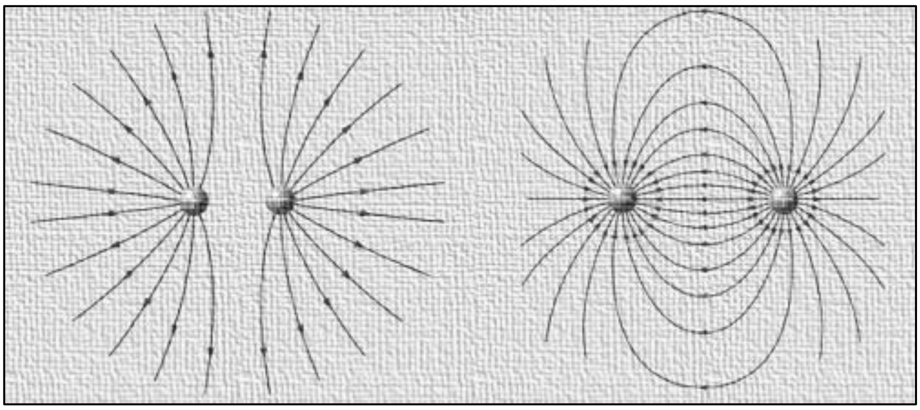


Figura 5. Cargas Polares y No Polares.

IV. Distribuciones de Carga Uniformes

La carga eléctrica no se presenta siempre como una carga puntual. En la mayoría de ocasiones la carga (aunque de naturaleza discreta) se presenta como una distribución continua de carga a lo largo de una línea, en una superficie o en un volumen.

El cálculo de la intensidad de campo se puede realizar de una manera sencilla si la distribución tiene una gran simetría.

Campo creado por una distribución esférica homogénea de carga:

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}\frac{q}{r^2}\vec{u}_r$$

Un plano infinito uniformemente cargado produce un campo uniforme.
El módulo del campo creado por un plano indefinido en el vació es directamente proporcional a la densidad superficial de la carga y equivale:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_o}$$

Siendo su dirección perpendicular al plano y su sentido hacia afuera si la carga es positiva o hacia el plano si es negativa.

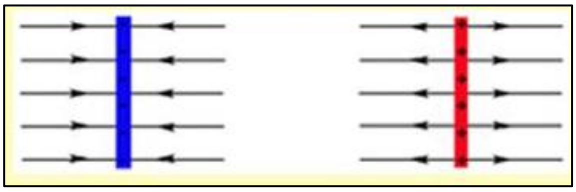


Figura 6. Dirección de las cargas.

V. Potencial Eléctrico

Cuando una partícula con carga se mueve en un *campo eléctrico*, el campo ejerce una fuerza que efectúa trabajo sobre la partícula. Este trabajo siempre se puede expresar en términos de la energía potencial eléctrica. Así como la energía potencial gravitatoria depende de la altura de una masa sobre la superficie terrestre, la energía potencial eléctrica depende de la posición que ocupa la partícula con carga en el campo eléctrico.

Escribiremos la energía potencial eléctrica utilizando un concepto nuevo, llamado <u>potencial eléctrico</u> o simplemente potencial. Es frecuente que, en el estudio de los circuitos, una diferencia de potencial entre un punto y otro reciba el nombre de voltaje. Los conceptos de potencial y voltaje son cruciales para entender la manera en que funcionan los circuitos eléctricos, y tienen aplicaciones de gran importancia en los haces de electrones que se utilizan en la radioterapia contra el cáncer, los aceleradores de partículas de alta energía y muchos otros aparatos.

$$W = \int_a^b \vec{F} \cdot \vec{dl}$$

$$\vec{dl}\, cos\phi = \vec{dr}$$

$$W = \int_a^b \vec{F} \cdot \vec{dr} \qquad \vec{F} = \vec{E}\, q_o$$

$$W= \int_a^b \vec{E}\, q_o \cdot \vec{dr}$$

$$W=q_o \int_a^b \vec{E} \cdot \vec{dr}$$

En las ecuaciones anteriores hemos expresado el trabajo en función del campo eléctrico, como vemos este depende sólo de la posición final y la inicial no de la trayectoria seguida. Al depender el trabajo sólo de la posición, entonces estamos en presencia de una fuerza conservativa, luego la fuerza eléctrica es conservativa y el campo igualmente.

VI. Relación entre Campo Eléctrico y Potencial Eléctrico

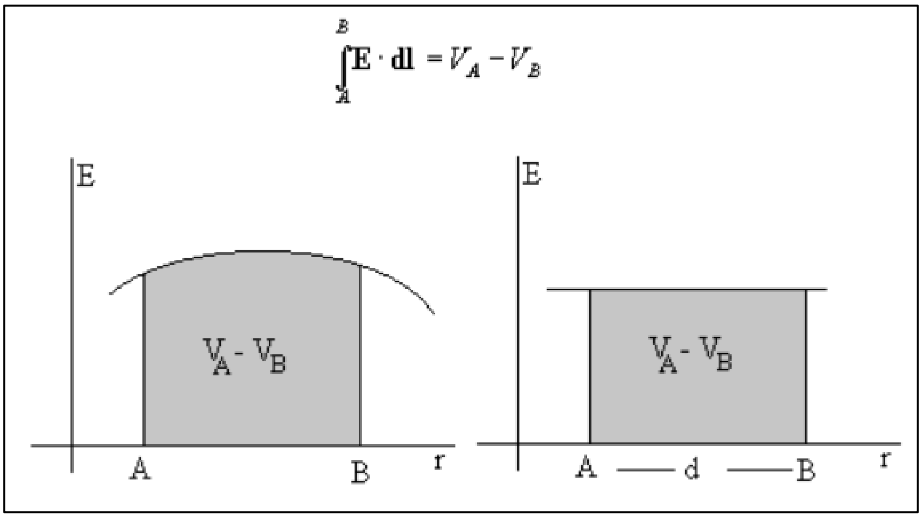


Figura 7. Interpretación Geométrica.

En la figura, vemos la interpretación geométrica. La diferencia de potencial es el área bajo la curva entre las posiciones A y B. Cuando el campo es constante $V_A - V_B = E \cdot d$ que es el área del rectángulo sombreado.

El campo eléctrico **E** es conservativo lo que quiere decir que en un camino cerrado se cumple.

$$\oint \mathbf{E} \cdot \mathbf{dl} = 0$$

Dado el potencial V podemos calcular el vector campo eléctrico **E**, mediante el operador gradiente.

$$\mathbf{E} = -\nabla V = -\frac{\partial V}{\partial x}\hat{\mathbf{i}} - \frac{\partial V}{\partial y}\hat{\mathbf{j}} - \frac{\partial V}{\partial z}\hat{\mathbf{k}}$$

VII. Principio de Superposición

Si en una región del espacio existe más de un cuerpo cargado, al colocar en dicha región una nueva carga de prueba q_o , la intensidad de la fuerza electrostática a la que esta carga se verá sometida será igual a la suma de la intensidad de las fuerzas que ejercerían de forma independiente sobre ella cada una de las cargas existentes.

Expresado de forma matemática para un sistema de n cargas:

$$\boxed{\vec{F}_T=\Sigma\vec{F}_i=\vec{F}_1+\vec{F}_2+...+\vec{F}_n=K\cdot\frac{q_o\cdot Q_1}{r^2}\cdot\vec{u}_{o1}+K\cdot\frac{q_o\cdot Q_2}{r^2}\cdot\vec{u}_{o2}+...+K\cdot\frac{q_o\cdot Q_n}{r^2}\cdot\vec{u}_{on}}$$

Fuerzas ejercidas por varias cargas sobre otra:

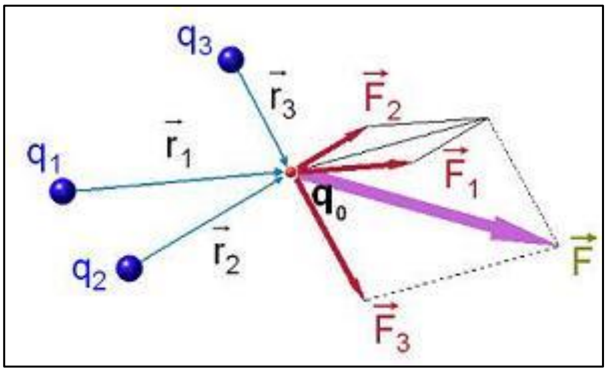
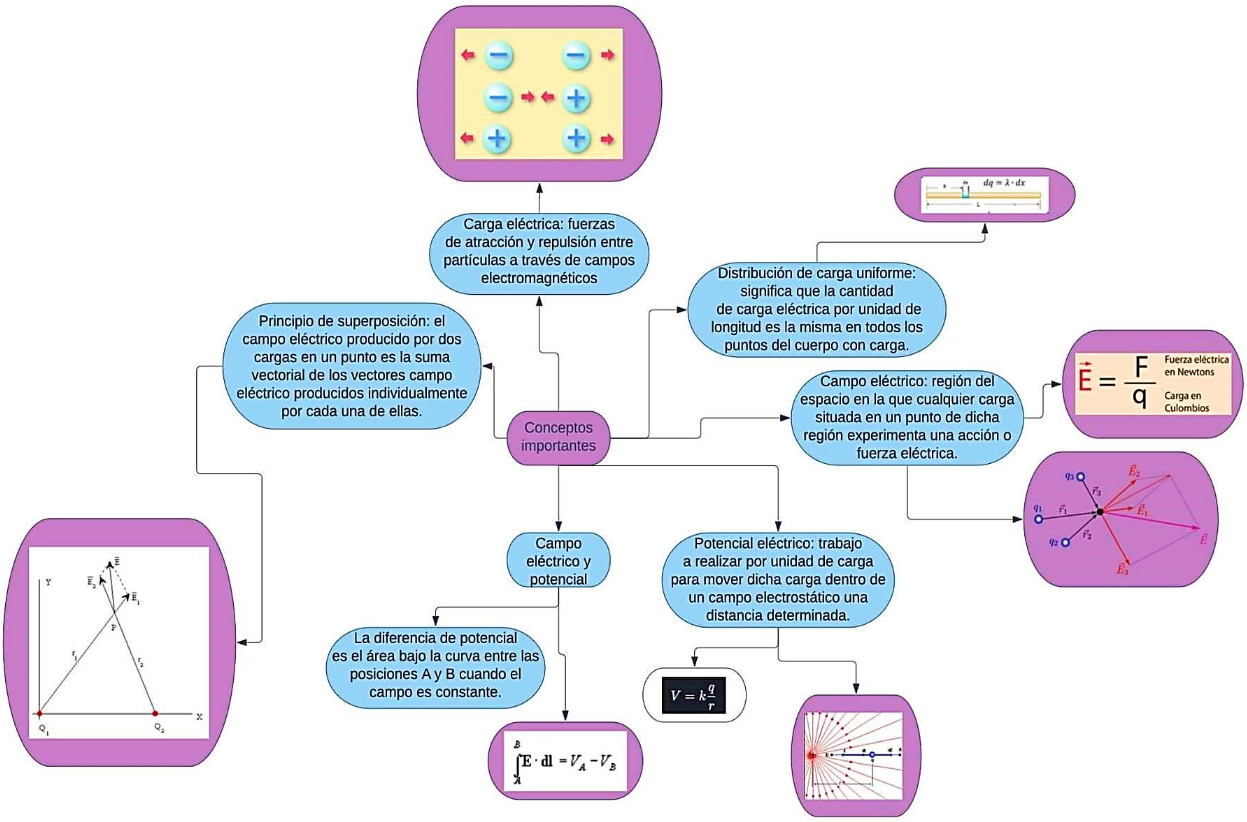


Figura 8.

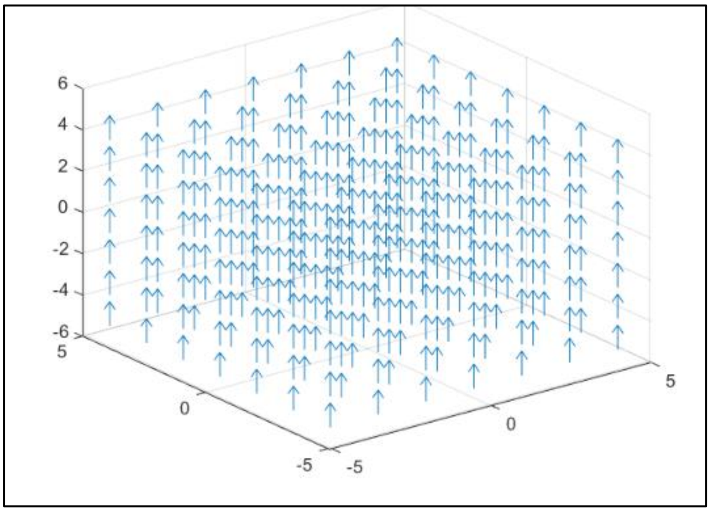
La existencia de este principio de superposición indica que la fuerza de interacción entre cargas puntuales no varía por la presencia de otras cargas y que la fuerza resultante es igual a la suma de las fuerzas individuales que sobre esta carga ejercen las demás.

Mapa Mental

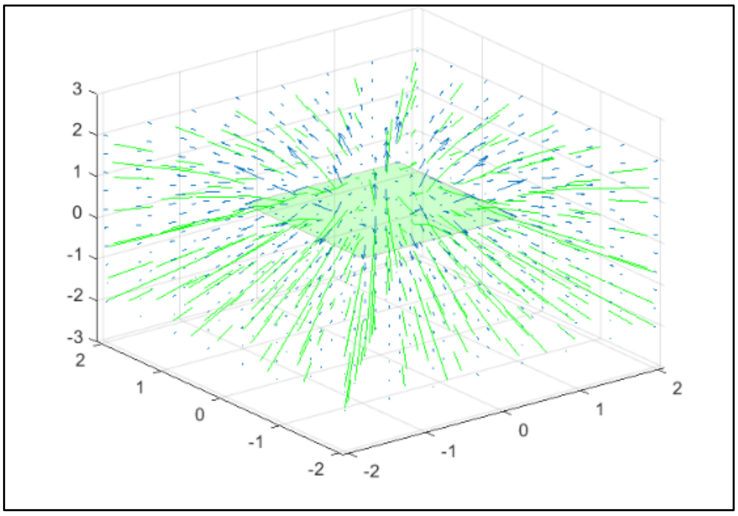


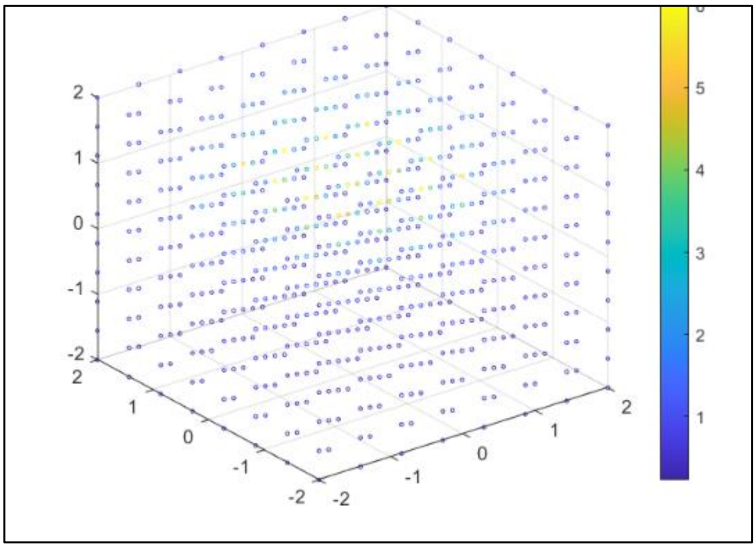
Salidas del LiveScript desarrollado en MATLAB

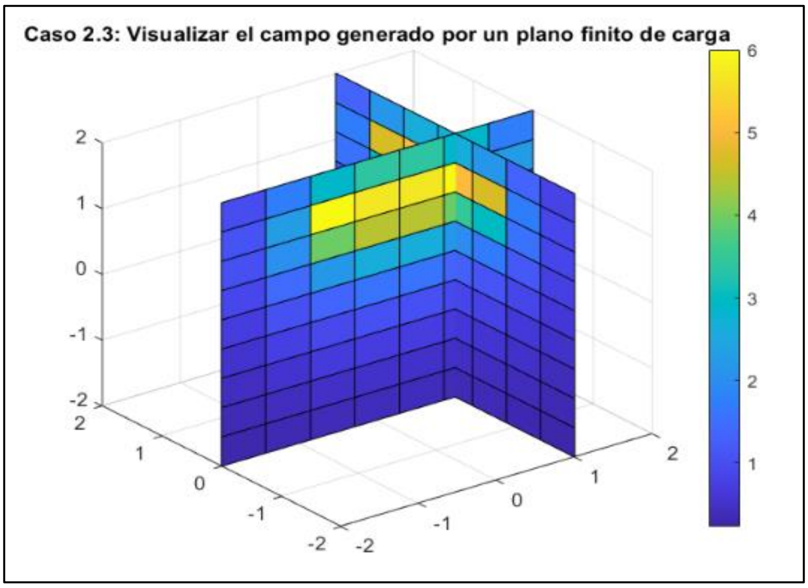
Caso 1. Dos planos infinitos no conductores de cargas opuestas.



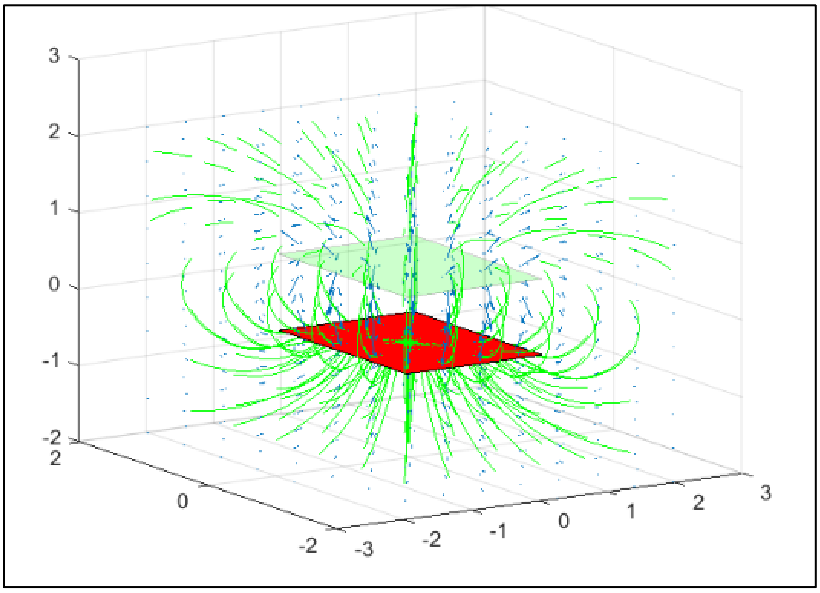
Caso 2. El caso desarrollado en la actividad anterior para visualizar el campo generado por un plano finito de carga.



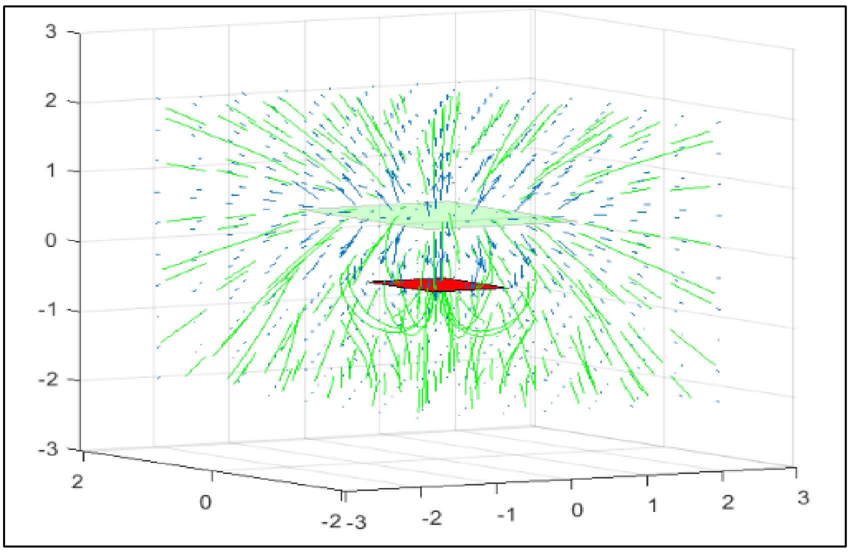




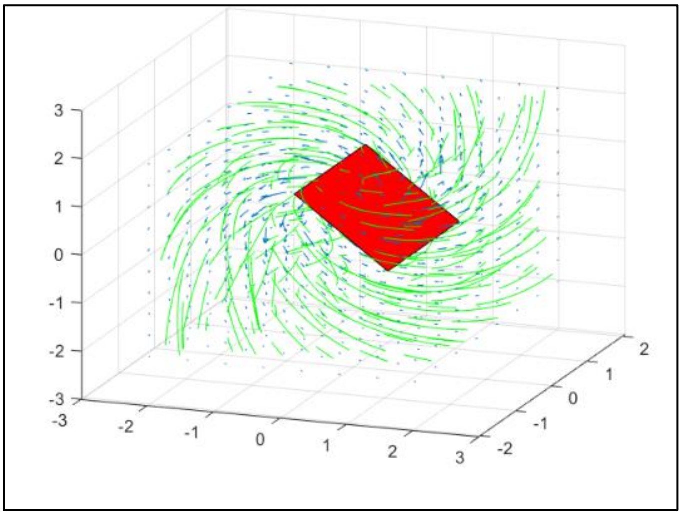
Caso 3. El caso en el cual se han incluido dos planos finitos de carga.



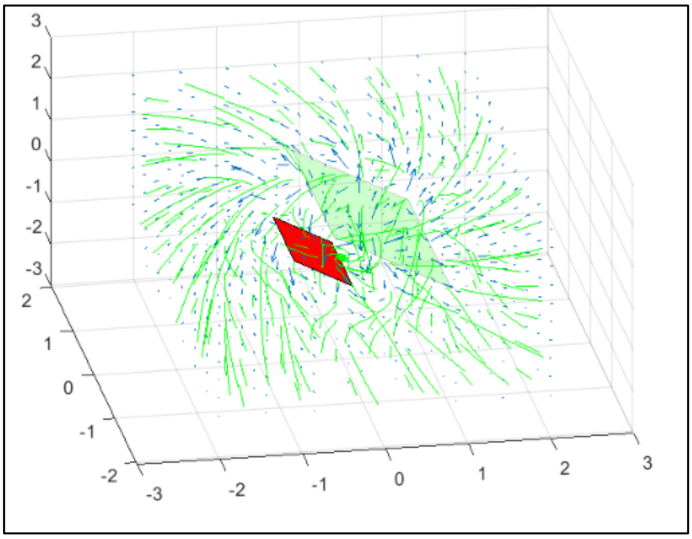
Caso 4. Caso de planos de distintos tamaños.



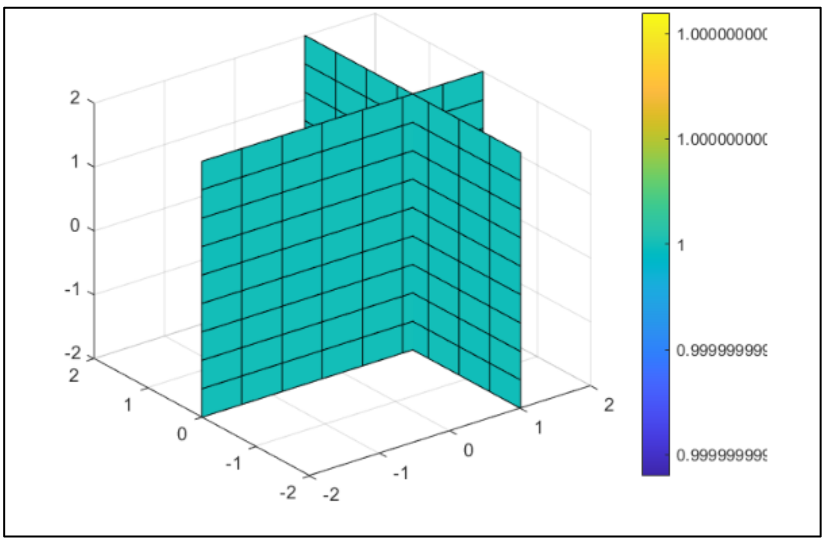
Caso 5. Rotar la salida de los campos.



Caso 6. Libre a desarrollar, en principio debe ser más sofisticado que los anteriores.



Caso 7. Se modifica el valor de la carga en cada punto del plano de tal manera que el campo valga siempre lo mismo. Entonces, al usar slice-función que grafica un plano cuyos colores dependen de los valores de una variable- se puede observar que el color es uniforme ya que el valor es constante en cualquier punto.



Referencias

Electric field. (s. f.). Hyperphysics. Recuperado 2 de mayo de 2022, de *http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/electric/elefie.html*

McAllister, W. (s. f.). El potencial eléctrico y el voltaje (artículo). Khan Academy. Recuperado 2 de mayo de 2022, de *https://es.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-electrostatics/ee-fields-potential-voltage/a/ee-electric-potential-voltage*

Potencial Eléctrico. (s. f.). Física de nivel básico, nada complejo.. Recuperado 2 de mayo de 2022, de *https://www.fisic.ch/contenidos/electricidad/potencial-el%C3%A9ctrico/*

Gutiérrez, M. D. (2007, mayo). SEPARACIÓN DE PROTEÍNAS CON DIELECTROFORESIS EMPLEANDO ESTRUCTURAS AISLADORAS.
https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/567724/DocsTec_5267.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Código desarrollado en MATLAB

```
%Caso 1

clear;clc;
Ex = zeros(7,7,7);
Ey = zeros(7,7,7);
x_i = -5:1.5:5;
y_i = -5:1.5:5;
z_i= -5:1.5:5;
[x,y,z] = meshgrid(x_i,y_i,z_i);
sigma = ones(7,7,7);
k = ones(7,7,7);
Ez = sigma./2.*k;
quiver3(x,y,z,Ex,Ey,Ez);
title("Caso 1: Dos planos infinitos no conductores de cargas opuestas");
%Caso 2
clc;clear;
l=1;
lineasEnXY= 8;
lineasEnZ= 10;
L=l;
sigma= 1;
x1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
y1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
z1=linspace(-2*L,2*L,lineasEnZ);
[x, y, z]= meshgrid(x1,y1,z1);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% esto se modifica para diferentes casos
separacionz=L;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
[Ex1,Ey1,Ez1]= campos(x,y,z-separacionz,sigma,L);
Ex=Ex1;
Ey=Ey1;
Ez=Ez1;
E = sqrt(Ex.^2+Ey.^2+Ez.^2);
figure,clf;
quiver3(x,y,z,Ex,Ey,Ez);
a=3;
[startx,starty,startz]= meshgrid(linspace(-a*L,a*L,10));
hlinesT=streamline(x,y,z,Ex,Ey,Ez,startx,starty,startz);
set(hlinesT, 'LineWidth',0.1, 'Color','g');
title("Caso 2.1: Visualizar el campo generado por un plano finito de carga");
%para mostrar ambas "placas"
%El Siguiente Código fue Sacado de
https://la.mathworks.com/matlabcentral/answers/98343-how-can-i-display-a-surface-
plot-with-semi-transparent-plane-segmenting-the-data-in-matlab-71-13-r2
%threshold = 0; % please change this as needed .
%Obtain the limits of the axesyp = get(gca,'Ylim');
%Use the axes x and Y limits to find the co-ordinates for the patch
coorx=[L -L -L L];
coory= [L L -L -L];
coorz= [L/2 L/2 L/2 L/2];
p= patch(coorx,coory,coorz, 'g');
set(p,'facealpha',0.2)
set(p,'edgealpha',0.2)
hold off
scatter3(x(:),y(:),z(:),4,E(:))
colorbar;
title("Caso 2.2: Visualizar el campo generado por un plano finito de carga");
figure, clf
%slice(x,y,z,E,[],[],0);
%scatter(x,y,z,E);
slice(x,y,z,E,1,0,[]);
colorbar;
```

```
title("Caso 2.3: Visualizar el campo generado por un plano finito de carga");
%Caso 3.
clc;clear;
l=1;
lineasEnXY= 8;
lineasEnZ= 10;
L=l;
sigma= 1;
x1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
y1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
z1=linspace(-2*L,2*L,lineasEnZ);
[x, y, z]= meshgrid(x1,y1,z1);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% esto se modifica para diferentes casos
variantex= 0;
variantey= 0;
separacionz=L/2;
proporcion=1;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
L2= L*proporcion;
[Ex1,Ey1,Ez1]= campos(x,y,z-separacionz,sigma,L);
[Ex2,Ey2,Ez2]= campos(x+variantex,y+variantey,z+separacionz,-sigma,L2);
Ex=Ex1+Ex2;
Ey=Ey1+Ey2;
Ez=Ez1+Ez2;
figure,clf;
quiver3(x,y,z,Ex,Ey,Ez);
a=3;
[startx,starty,startz]= meshgrid(linspace(-a*L,a*L,10));
hlinesT=streamline(x,y,z,Ex,Ey,Ez,startx,starty,startz);
set(hlinesT, 'LineWidth',0.1, 'Color','g');
%para mostrar ambas "placas"
%El Siguiente Código fue Sacado de
https://la.mathworks.com/matlabcentral/answers/98343-how-can-i-display-a-surface-
plot-with-semi-transparent-plane-segmenting-the-data-in-matlab-71-13-r2
%threshold = 0; % please change this as needed .
%Obtain the limits of the axesyp = get(gca,'Ylim');
%Use the axes x and Y limits to find the co-ordinates for the patch
coorx=[L -L -L L];
coory= [L L -L -L];
coorx2=[L -L -L L];
coorx2= coorx2*proporcion;
coorx2=coorx2-variantex;
coory2= [L-variantey L-variantey -L-variantey -L-variantey];
coory2= coory2*proporcion;
coory2=coory2-variantey;
coorz= [L/2 L/2 L/2 L/2];
coorz2= [-separacionz -separacionz -separacionz -separacionz];
p= patch(coorx,coory,coorz, 'g');
p2= patch(coorx2,coory2,coorz2, 'r');
set(p,'facealpha',0.2)
set(p,'edgealpha',0.2)
set(p2,'facealpha',1)
set(p2,'edgealpha',1)
title("Caso 3: Dos planos finitos de carga.");

view([-32.61 15.30])
%Caso 4
clc;clear;

l=1;
lineasEnXY= 8;
lineasEnZ= 10;
L=l;
sigma= 1;
x1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
```

```
y1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
z1=linspace(-2*L,2*L,lineasEnZ);

[x, y, z]= meshgrid(x1,y1,z1);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% esto se modifica para diferentes casos
variantex= 0;
variantey= 0;
separacionz=L/2;
proporcion=0.5;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
L2= L*proporcion;

[Ex1,Ey1,Ez1]= campos(x,y,z-separacionz,sigma,L);
[Ex2,Ey2,Ez2]= campos(x+variantex,y+variantey,z+separacionz,-sigma,L2);

Ex=Ex1+Ex2;
Ey=Ey1+Ey2;
Ez=Ez1+Ez2;

figure,clf;
quiver3(x,y,z,Ex,Ey,Ez);
a=3;
[startx,starty,startz]= meshgrid(linspace(-a*L,a*L,10));
%startx=startx*0;
% startx=linspace(-a*L,a*L,10);
% starty=0*linspace(-a*L,a*L,10);
% startz=-0.85*L*ones(length(startx)/10);
hlinesT=streamline(x,y,z,Ex,Ey,Ez,startx,starty,startz);
set(hlinesT, 'LineWidth',0.1, 'Color','g');

%para mostrar ambas "placas"
%El Siguiente Código fue Sacado de
https://la.mathworks.com/matlabcentral/answers/98343-how-can-i-display-a-surface-
plot-with-semi-transparent-plane-segmenting-the-data-in-matlab-71-13-r2
%threshold = 0; % please change this as needed .
%Obtain the limits of the axesyp = get(gca,'Ylim');
%Use the axes x and Y limits to find the co-ordinates for the patch
coorx=[L -L -L L];
coory= [L L -L -L];
coorx2=[L -L -L L];
coorx2= coorx2*proporcion;
coorx2=coorx2-variantex;

coory2= [L-variantey L-variantey -L-variantey -L-variantey];

coory2= coory2*proporcion;
coory2=coory2-variantey;
coorz= [L/2 L/2 L/2 L/2];
coorz2= [-separacionz -separacionz -separacionz -separacionz];
p= patch(coorx,coory,coorz, 'g');
p2= patch(coorx2,coory2,coorz2, 'r');
set(p,'facealpha',0.2)
set(p,'edgealpha',0.2)
set(p2,'facealpha',1)
set(p2,'edgealpha',1)
title("Caso 4: Planos de distintos tamaños");

view([-30.61 6.56])
%Caso 5
clc;clear;
l=1;
lineasEnXY= 8;
lineasEnZ= 10;
```

```
L=l;
sigma= 1;
x1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
y1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
z1=linspace(-2*L,2*L,lineasEnZ);
[x, y, z]= meshgrid(x1,y1,z1);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% esto se modifica para diferentes casos
separacionz=L/2;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
[Ex1,Ey1,Ez1]= campos(x,y,z-separacionz,sigma,L);
[Ex1,Ey1,Ez1] = rot(3,45,Ex1,Ey1,Ez1);
[Ex2,Ey2,Ez2] = rot(1,45,Ex1,Ey1,Ez1);
Ex=Ex2;
Ey=Ey2;
Ez=Ez2;
figure,clf;
%quiver3(x,y,z,Ex1,Ey1,Ez1);
a=3;
% [startx,starty,startz]= meshgrid(linspace(-a*L,a*L,10));
% hlinesT=streamline(x,y,z,Ex1,Ey1,Ez1,startx,starty,startz);
% set(hlinesT, 'LineWidth',0.1, 'Color','g');
%para mostrar ambas "placas"
%El Siguiente Código fue Sacado de
https://la.mathworks.com/matlabcentral/answers/98343-how-can-i-display-a-surface-
plot-with-semi-transparent-plane-segmenting-the-data-in-matlab-71-13-r2

%threshold = 0; % please change this as needed .
%Obtain the limits of the axesyp = get(gca,'Ylim');
%Use the axes x and Y limits to find the co-ordinates for the patch
quiver3(x,y,z,Ex,Ey,Ez);
a=3;
[startx,starty,startz]= meshgrid(linspace(-a*L,a*L,10));
hlinesT=streamline(x,y,z,Ex,Ey,Ez,startx,starty,startz);
hold on
set(hlinesT, 'LineWidth',0.1, 'Color','g');
coorx=[L -L -L L];
coory= [L L -L -L];
coorz= [L/2 L/2 L/2 L/2];
p= patch(coorx,coory,coorz, 'r');
set(p,'facealpha',1);
set(p,'edgealpha',1);
rotate(p, [0 1 0], 45);
view([-4.57 54.74]);

view([20.34 20.72])
title("Caso 5: Rotar la salida de los campos")

%Caso 6
clc;clear;

l=1;
lineasEnXY= 8;
lineasEnZ= 10;
L=l;
sigma= 1;
x1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
y1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
z1=linspace(-2*L,2*L,lineasEnZ);

[x, y, z]= meshgrid(x1,y1,z1);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% esto se modifica para diferentes casos
variantex= 0;
variantey= 0;
```

```
separacionz=L/2;
proporcion=0.5;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
L2= L*proporcion;

[Ex1,Ey1,Ez1]= campos(x,y,z-separacionz,sigma,L);
[Ex2,Ey2,Ez2]= campos(x+variantex,y+variantey,z+separacionz,-sigma,L2);

Ex=Ex1+Ex2;
Ey=Ey1+Ey2;
Ez=Ez1+Ez2;

figure,clf;
[Ex,Ey,Ez]= rot(3,45,Ex,Ey,Ez);
quiver3(x,y,z,Ex,Ey,Ez);
a=3;
[startx,starty,startz]= meshgrid(linspace(-a*L,a*L,10));
%startx=startx*0;
% startx=linspace(-a*L,a*L,10);
% starty=0*linspace(-a*L,a*L,10);
% startz=-0.85*L*ones(length(startx)/10);
hlinesT=streamline(x,y,z,Ex,Ey,Ez,startx,starty,startz);
set(hlinesT, 'LineWidth',0.1, 'Color','g');

%para mostrar ambas "placas"
%El Siguiente Código fue Sacado de
https://la.mathworks.com/matlabcentral/answers/98343-how-can-i-display-a-surface-
plot-with-semi-transparent-plane-segmenting-the-data-in-matlab-71-13-r2
%threshold = 0; % please change this as needed .
%Obtain the limits of the axesyp = get(gca,'Ylim');
%Use the axes x and Y limits to find the co-ordinates for the patch
coorx=[L -L -L L];
coory= [L L -L -L];
coorx2=[L -L -L L];
coorx2= coorx2*proporcion;
coorx2=coorx2-variantex;

coory2= [L-variantey L-variantey -L-variantey -L-variantey];

coory2= coory2*proporcion;
coory2=coory2-variantey;
coorz= [L/2 L/2 L/2 L/2];
coorz2= [-separacionz -separacionz -separacionz -separacionz];
p= patch(coorx,coory,coorz, 'g');
p2= patch(coorx2,coory2,coorz2, 'r');
rotate(p,[0 1 0],45)
rotate(p2,[0 1 0],45)
set(p,'facealpha',0.2)
set(p,'edgealpha',0.2)
set(p2,'facealpha',1)
set(p2,'edgealpha',1)

view([-20.32 47.27])
title("Caso 6: Caso libre: Dos planos rotados de diferentes tamaños");

view([-9.94 36.48])

%Caso 7:
%Buscamos que E cuente con un valor maximo de:  1
clc;clear;

l=1;
lineasEnXY= 8;
lineasEnZ= 10;
L=l;
```

```
sigma= 1;
x1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
y1= linspace(-2*L,2*L,lineasEnXY);
z1=linspace(-2*L,2*L,lineasEnZ);
[x, y, z]= meshgrid(x1,y1,z1);
variantex= 0;
variantey= 0;
separacionz=L/2;
proporcion=0.5;
L2= L*proporcion;
[Ex,Ey,Ez]= campos(x,y,z-separacionz,sigma,L);
E_q = ones(size(Ex,1),size(Ex,2),size(Ex,3));
b= sqrt((E_q.^2)./(Ex.^2+Ey.^2+Ez.^2));
Ex =Ex.*b;
Ey =Ey.*b;
Ez =Ez.*b;
E = sqrt(Ex.^2+Ey.^2+Ez.^2);
figure,clf;
quiver3(x,y,z,Ex,Ey,Ez);
a=3;
[startx,starty,startz]= meshgrid(linspace(-a*L,a*L,10));
hlinesT=streamline(x,y,z,Ex,Ey,Ez,startx,starty,startz);
set(hlinesT, 'LineWidth',0.1, 'Color','g');
title("Caso 7: Sigma de tal forma que la E es constante. (sigma variable)")

%para mostrar ambas "placas"
%El Siguiente Código fue Sacado de
https://la.mathworks.com/matlabcentral/answers/98343-how-can-i-display-a-surface-
plot-with-semi-transparent-plane-segmenting-the-data-in-matlab-71-13-r2
%threshold = 0; % please change this as needed .
%Obtain the limits of the axesyp = get(gca,'Ylim');
%Use the axes x and Y limits to find the co-ordinates for the patch
coorx=[L -L -L L];
coory= [L L -L -L];
coorz= [L/2 L/2 L/2 L/2];
p= patch(coorx,coory,coorz, 'g');
set(p,'facealpha',0.2);
set(p,'edgealpha',0.2);
%for i=1:(size(Ex,1)*size(Ex,2)*size(Ex,3))
%    a= a+1;
%    x_i= (E^2)/(Ex(a)^2+Ey(a)^2+Ez(a)^2)
%end
E = sqrt(Ex.^2+Ey.^2+Ez.^2);
slice(x,y,z,E,1,0,[]);
colorbar;
title("Caso 7.2: Sigma de tal forma que la E es constante. (sigma variable)");
```