

CAMPOS ELECTROMAGNETICOS PRACTICA 1: Problemas Estáticos.

Ejercicio1.-Dibujar la función potencial y el campo eléctrico asociado (Pract1Ejer1.m).

Codigo:

```
function Pract1Ejer1
clear all
%creamos el rango para el eje X-Y
[x,y]=meshgrid(-2:.2:2,-2:.2:2);
%definimos el potencial
V=x.*exp(-x.^2-y.^2);
%calculamos el gradiente
[px,py]=gradient(V,.2,.15);
% representacion del potencial y el
campo electrico E=-grad(V)
hold on
contour(x,y,V);
quiver(x,y,-px,-py);
axis image
title('Campo Electrico y Potencial')
xlabel('Eje X','FontSize',12);
ylabel('Eje Y','FontSize',12);
colorbar
hold off
end
```

Grafica

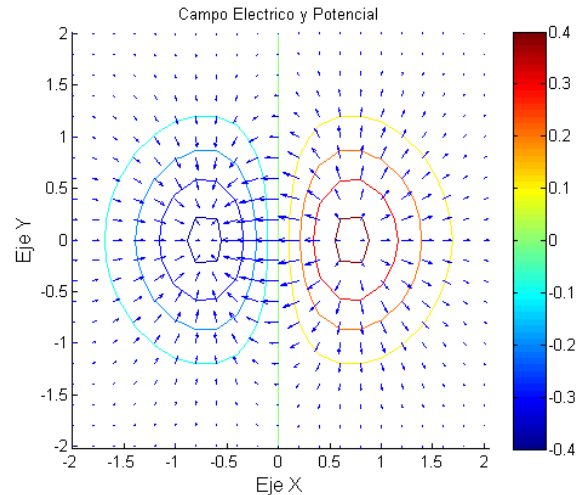


Figura 1: Campo eléctrico

1.1. -¿Qué relación existe entre las líneas de campo eléctrico y las líneas equipotenciales?.

Las líneas de campo eléctrico siempre son perpendiculares a las líneas equipotenciales, además en la grafica anterior podemos observar que van de derecha a izquierda lo que no quiere decir que la grafica derecha es una carga positiva y la de la izquierda una carga negativa

1.2. -Describa los argumentos que debe pasar a la función "meshgrid". ¿Para qué sirve esta función?.

```
[x,y]=meshgrid(Vi:inc:vf,vi:inv:vf);
```

Donde

```
Vi=valor inicial
Vf=Valor final
Inc=incremento
```

Esta función nos permite dar rangos de valores a las variables X-Y en este caso, pero se puede usar para cualquier vector

Ejercicio2.-Dibujar el potencial producido por el hilo de corriente infinito en los tres cortes calculados (Pract1Ejer2.m).

Codigo:

```
d=1e-9;
% Permitividad:
e0=1/(4*pi*9e9);
% Mallado en un plano x-y
[x,y]=meshgrid(-2:0.2:2,-2:0.2:2);
z=0;
%%% Obtenemos el potencial:
V=d*log(sqrt(x.^2+y.^2))./(2*pi*e0);
%%% Ahora lo visualizamos todo:
figure
contour(x,y,V);
title('plano X-Y')
```

```
%%% plano X-Z
[x,z]=meshgrid(-2:0.2:2, -2:0.2:2);
y=0;
V=d*log(sqrt(x.^2+y.^2))./(2*pi*e0);
figure
contour(x,z,V);
title('plano X-Z')
```

```
%%% plano Y-Z
[y,z]=meshgrid(-2:0.2:2, -2:0.2:2);
x=0;
V=d*log(sqrt(x.^2+y.^2))./(2*pi*e0);
figure
contour(y,z,V);
title('plano Y-Z')
```

Grafica

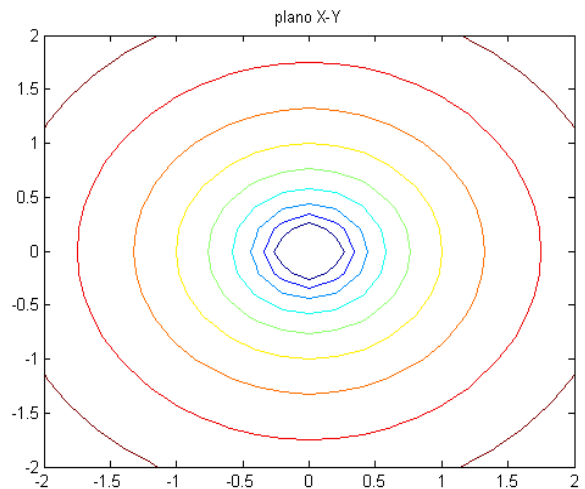


Figura 2: potencial plano x-y

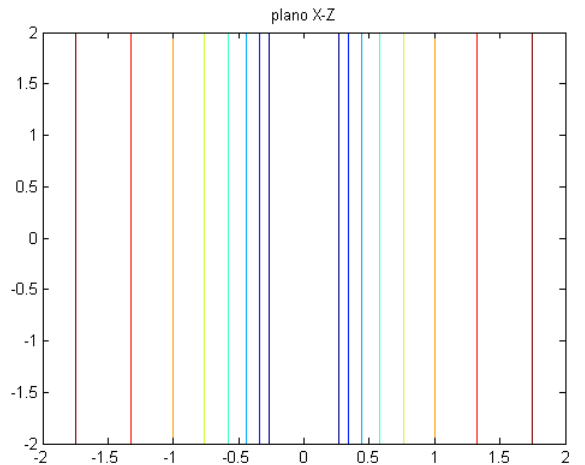
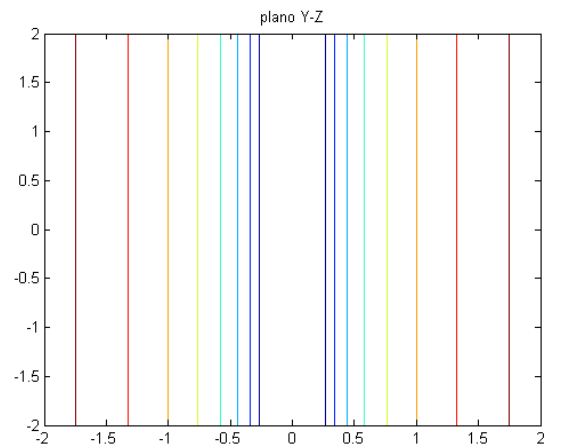


Figura 3: potencial plano x-y



2.1. -Usando las relaciones que conoce entre campo eléctrico y potencial, aventure cómo serán las Líneas de campo eléctrico en la estructura. Razone la respuesta.

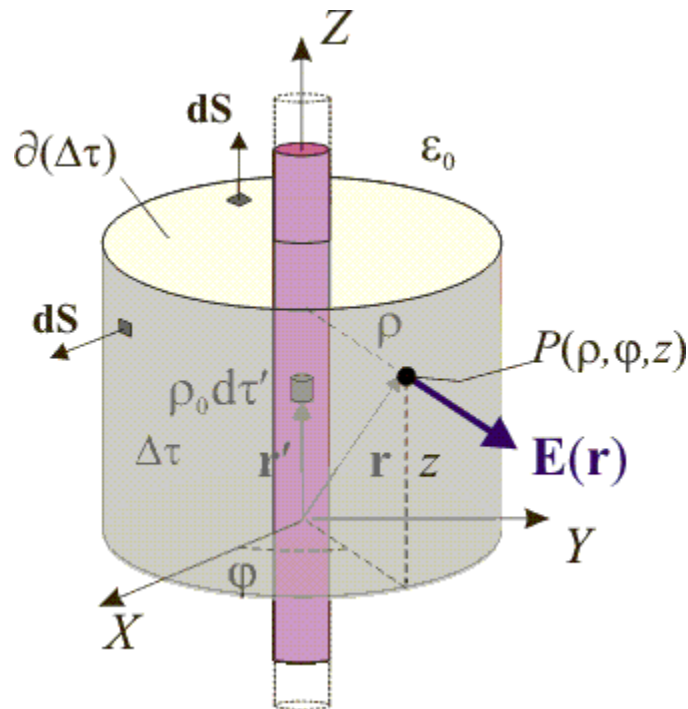


Figura 5: Potencial y Campo Eléctrico asociado de un hilo infinito.

Como podemos observar la imagen anterior el potencial encierra al hilo y solo depende de la distancia de radio donde se mida, como sabemos el campo eléctrico es perpendicular al potencial por lo tanto es radial al hilo y como es un hilo si tomamos un radio constante, podemos ver que depende de la altura al eje Z donde se tome.

Ejercicio3.-Densidad volumétrica de carga:

3.1. Valor de la integral obtenida con la función "int" (Pratc1Int1.m).

Código:

```
>> int(p*a^3/(3*e*r^2),r,a,inf)
```

Resultado:

```
piecewise([a = 1, p/(3*e)], [0 < a, (a^2*p)/(3*e)], [a <= 0, ((a^3*p)/e)*Inf])
```

Lo que nos da el resultado de forma simbólica y en intervalos

3.2. Describa brevemente el funcionamiento de la función "int" para el cálculo de integrales.

La función `int()`; en matlab sirve para hacer tanto integrales indefinidas como integrales definidas, para el caso de las integrales indefinidas debemos usar la palabra reservada `syms` seguido de las variables que vamos usar, por ejemplo si queremos integrar la siguiente integral

$$\int 2x dx$$

Tendríamos que poner:

`Syms x ;`
`Int(2x,x);`

Para el caso de las integrales definidas, hay dos tipos las simbólicas y las numéricas. Las integrales simbólicas los límites de integración los definimos simbólicos, mientras que para las numéricas los límites directamente son valores numéricos, la expresión general es la siguiente

`Int(expresión,dx,a,b)`

Donde `expresión` es la expresión que lleva la integral `dx` la variable con la cual se integra y `a,b` los límites de integración

3.3. -Dibujar el campo eléctrico radial (Pract1Ejer3.m).

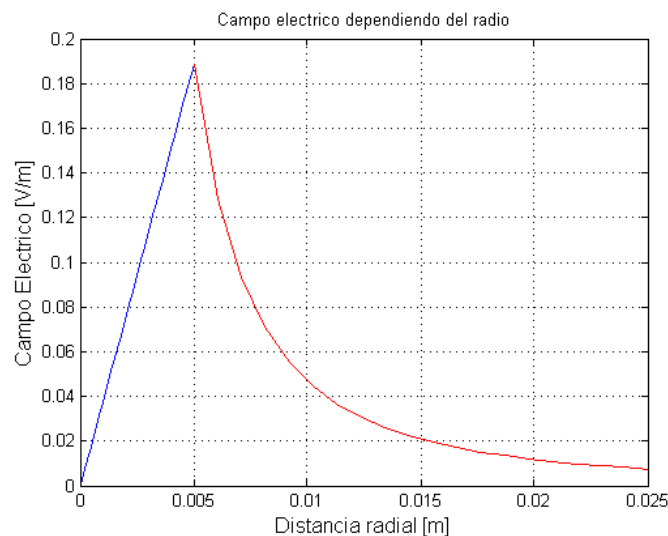
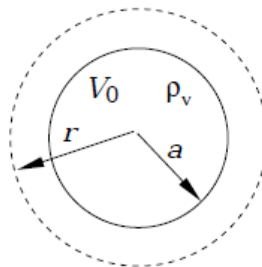


Figura 6: Campo eléctrico dependiente del radio

3.4. ¿Cuál es el valor máximo del campo, y donde se produce éste valor máximo?.

El valor máximo es de 0,18 (V/m) y se alcanza en $r=0,005$ (m), puesto que ese es el radio de la esfera,



3.5. ¿Es el campo eléctrico continuo o discontinuo en la superficie de la esfera?, ¿por qué?.

El campo eléctrico es continuo en la superficie, si observamos las ecuaciones de la expresión del campo eléctrico en el interior y el exterior tenemos:

Interior:

$$\vec{E} = \frac{\rho_v r}{3\epsilon} \hat{e}_r \text{ para } r < a$$

Exterior:

$$\vec{E} = \frac{\rho_v a^3}{3\epsilon r^2} \hat{e}_r \text{ para } r > a$$

Si aplicamos la definición de continuidad tenemos:

$$\lim_{r \rightarrow a^+} \frac{\rho_v a^3}{3\epsilon r^2} \hat{e}_r = \lim_{r \rightarrow a^-} \frac{\rho_v r}{3\epsilon} \hat{e}_r = \frac{\rho_v a}{3\epsilon} \hat{e}_r$$

Lo que demuestra que es continua en esa superficie.

3.6. Funcionamiento del comando “linspace”; describir los argumentos que recibe y su utilidad.

La función “linspace” nos devuelve un vector de N puntos equi-espaciados

Linspace(x1,x2,N);

X1=valor inicial

X2=valor final

N=número de divisiones equidistantes entre esos dos intervalos

3.7. Resultado de la energía electrostática almacenada por la esfera (Pract1Ejer4.m).

Código:

```
function pract1Ejer4
%constantes
e0=1/(4*pi*9*10^9);
p=1*10^-6;
a=5e-3;
syms r ;
%potencial en el interior de la esfera
potencial=(p/6*e0)*(a^2-r^2);

%energia
format short
energiaint((4*pi*p)/(6*e0)*potencial*r^2,r,0,a)
end
```

Resultado: 1.4544e-025 Julios

3.8. Dibujar el potencial y el campo eléctrico dentro de la esfera, ¿existe alguna diferencia entre los tres cortes calculados?, ¿porqué? (Pract1Ejer5.m).

PLANO X-Y

Codigo:

```
%Constantes
a=5e-3;
p=1e-6;
e0=1/(4*pi*9e9);
%rangos de los ejes x-y
%plano x-y
[x,y]=meshgrid(-a:a/20:a, -a:a/20:a);
z=0;
%posicion de la esfera en el plano esferico
rr=sqrt(x.^2+y.^2+z.^2);
%verificando los puntos que esta dentro y fuera de la esfera
id_fuera=(rr>a);
id_dentro=(rr<=a);
%potencial dentro
V_dentro=zeros(size(rr));
V_dentro(id_dentro)=(p/(2*e0)).*(a^2-rr(id_dentro).^2/3);
%potencial fuera
V_fuera=zeros(size(rr));
V_fuera(id_fuera)=p*a^3./(3*e0.*rr(id_fuera));
%potencial total
V1=V_dentro+V_fuera;
%gradiente
[px,py]=gradient(V1,a/20,a/20);
%dibujando potencial
figure(1), contour(x,y,V1,7)
%direccion del campo electrico
hold on
quiver(x,y,-px,-py)
hold off
title('Plano X-Y');
xlabel('Eje X');
ylabel('Eje Y');
colorbar
```

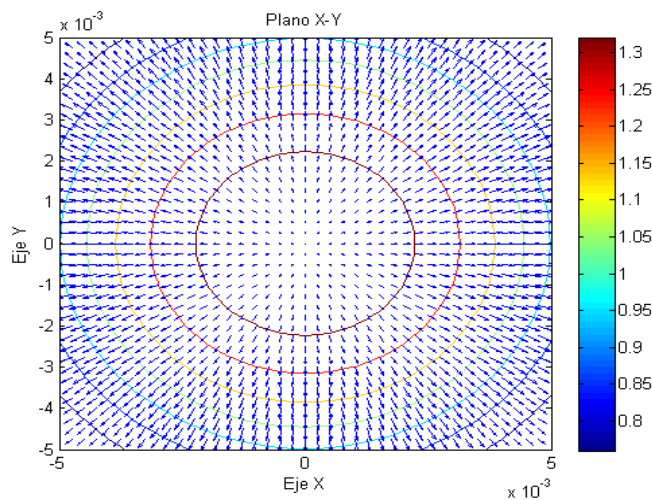


Figura 7: potencial y campo eléctrico esfera en el plano X-Y

PLANO X-Z**Codigo:**

```

%plano x-z
[x,z]=meshgrid(-a:a/20:a,-a:a/20:a);
y=0;
rr=sqrt(x.^2+y.^2+z.^2);
id_dentro=(rr<=a);
id_fuera=(rr>a);
V_dentro=zeros(size(rr));
V_dentro(id_dentro)=(p/(2*e0)).*(a^2-rr(id_dentro).^2/3);
V_fuera(id_fuera)=p*a^3./(3*e0.*rr(id_fuera));
V1=V_fuera+V_dentro;
[px,pz]=gradient(V1,a/20,a/20);
figure(2),contour(x,z,V1,7)
hold on
quiver(x,z,-px,-py)
hold off
title('Plano X-Z');
xlabel('Eje X');
ylabel('Eje Z');
colorbar

```

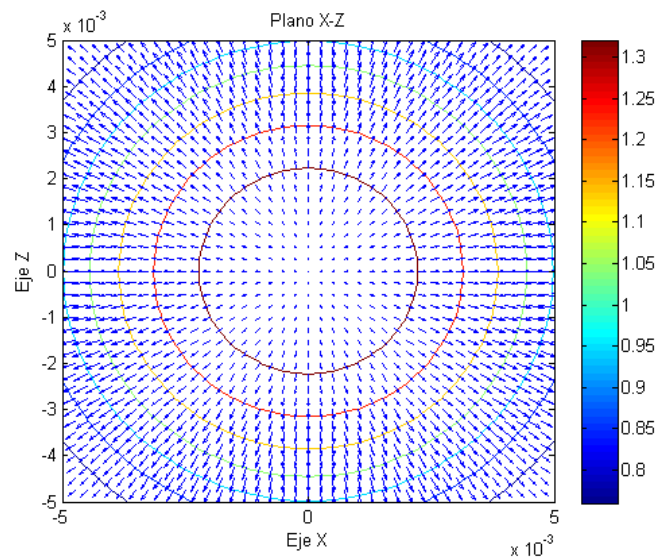


Figura 8: potencial y campo eléctrico esfera en el plano X-Z

PLANO Y-Z**Código:**

```

%plano Y-Z
[y,z]=meshgrid(-a:a/20:a, -a:a/20:a);
x=0;
rr=sqrt(x.^2+y.^2+z.^2);
id_fuera=(rr>a);
id_dentro=(rr<=a);
V_dentro=zeros(size(rr));
V_fuera=zeros(size(rr));
V_dentro(id_dentro)=(p/(2*e0)).*(a^2-rr(id_dentro).^2/3);
V_fuera(id_fuera)=p.*a^3./(3*e0.*rr(id_fuera));
V1=V_dentro+V_fuera;
% Gradiente:
[py,pz]=gradient(V1,a/20,a/20);
% Visualizamos:
figure
contour(y,z,V1,7);
hold on
quiver(y,z,-py,-pz);
hold off
title('Plano Y-Z');
xlabel('Eje Y');
ylabel('Eje Z');
colorbar

```

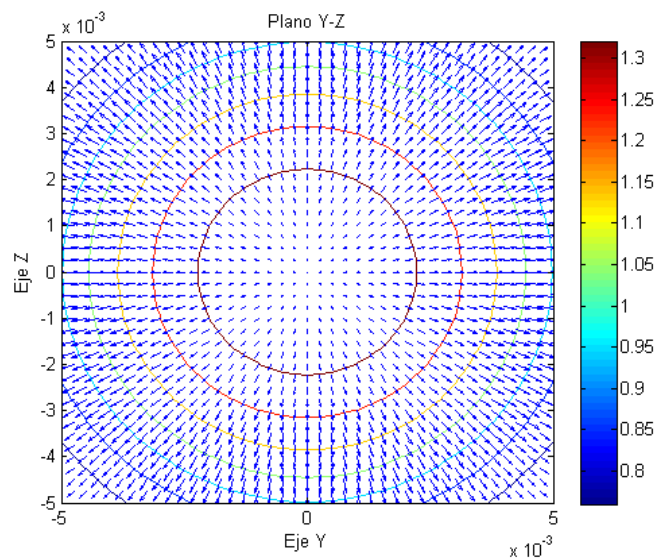


Figura 9: potencial y campo eléctrico esfera en el plano Y-Z

Ejercicio4.-Inductancia cable coaxial:

4.1. Dibujar el campo magnético (Pract1Ejer6.m).

Código:

```
%Datos del problema
I=1e-3;
a=5e-3;
b=4*a;
d=6*a;
%u es la constante de permeabilidad magnética en el vacío
u=4*pi*10^(-7);
%densidad de corriente dentro del vivo
p=I/(pi*a^2);
%densidad de corriente en la malla
q=-I/(pi*(d^2-b^2));

%rangos
r1=linspace(0,a,20); %para el interior del vivo
r2=linspace(a,b,20); %para la zona del dieléctrico
r3=linspace(b,d,20); %para la zona de la malla

H1=p*r1/2; %campo magnetico interior conductor
H2=I./(2*pi*r2); %campo magnetico en zona dielectrico
H3=-q*(d^2-r3.^2)./(2*r3); %campo magnetico en la malla

%Visualizamos todos los tramos
plot(r1,H1,'b',r2,H2,'r',r3,H3,'g');
ylabel('campo magnetico (A/m)');
xlabel('radio (m)');
title('campo magnetico segun radio');
grid;
```

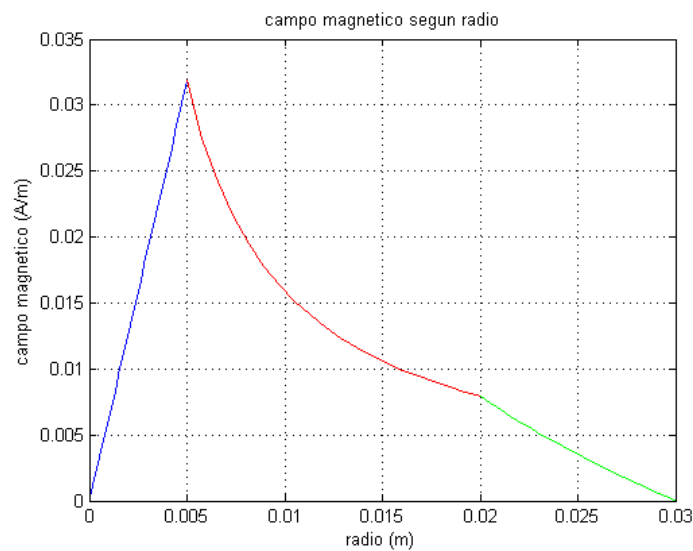


Figura 10: Campo magnético coaxial, según radio desde el origen hasta la malla

4.2. ¿Existe densidad de corriente superficial en esta estructura?, ¿por qué?

Si existe porque:

La densidad superficial del conductor interno, es directamente la corriente que circula por el (+I) y para la malla su densidad de corriente será la corriente (-I)

4.3. Inductancia mutua cable coaxial, simbólico y numérica (Pract1Ejer7.m).

Código:

```
%calculo de la inductancia en un cable coaxial
clear all
close all
%calculo simbolico
syms pi u a b I r1 r2 r3;
%autoinductancia interior cable
%energias
w1=2*pi*(u/2)*int(r1*((I*r1)/(2*pi*a^2))^2,r1,0,a);
%inductancia en interior
L1=2*w1/(I^2)
%inductancia mutua
w2=2*pi*(u/2)*int(r2*(I/(2*pi*r2))^2,r2,a,b);
L2=2*w2/(I^2)
%autoinductancia exterior
w3=2*pi*(u/2)*int(r3*(I*(d^2-r3^2)/(2*pi*r3*(d^2-
b^2)))^2,r3,b,d);
L3=2*w3/(I^2)
```

Resultado: $L1 = u/(8\pi)$

```
%calculo numerico
%datos
a=5e-3;
b=4*a;
d=6*a;
I=1e-3;
u=4*pi*10^(-7);
%autoinductancia interior cable
%energias
w1=2*pi*(u/2)*int(r1*((I*r1)/(2*pi*a^2))^2,r1,0,a);
%inductancia en interior
L1=2*w1/(I^2)
%inductancia mutua
w2=2*pi*(u/2)*int(r2*(I/(2*pi*r2))^2,r2,a,b);
L2=2*w2/(I^2)
%autoinductancia exterior
w3=2*pi*(u/2)*int(r3*(I*(d^2-r3^2)/(2*pi*r3*(d^2-
b^2)))^2,r3,b,d);
L3=2*w3/(I^2)
```

Resultado:

$$L1=5*10^{-8}$$

$$L2=2.77*10^{-7}$$

$$L3=3.27*10^{-8}$$