

# Trabajo práctico N°1: Diagrama de radiación del dipolo de longitud L

Se busca analizar el diagrama de radiación de dipolos de longitud L a medida que se varía la longitud del mismo.

Las longitudes de dipolo a analizar son fracciones de la longitud de onda de la señal emitida. Estas fracciones son:  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $1$ ,  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{7}{4}$ ,  $2$  y  $\frac{9}{4}$ .

El análisis se hará sobre gráficos 2D y 3D de los diagramas de radiación.

Se comienza sobre la ecuación de campo eléctrico (mismo análisis para campo magnético):

$$\hat{E}_{\theta} = j \frac{\eta_0 \hat{I}_m}{2\pi r} e^{-j\beta_0 r} \left[ \frac{\cos(\frac{\beta_0 l}{2} \cos(\theta)) - \cos(\frac{\beta_0 l}{2})}{\sin(\theta)} \right]$$

De esta fórmula solo nos interesa lo referente al módulo de la misma, por lo que se descartan los términos imaginarios y exponenciales. Se simplifica el factor de amplitud, haciendo que sea igual a 1, y finalmente se analiza la forma de la onda para campos eléctricos de módulo 1:

$$1 = \frac{1}{r} \left[ \frac{\cos(\frac{\beta_0 l}{2} \cos(\theta)) - \cos(\frac{\beta_0 l}{2})}{\sin(\theta)} \right]$$

Luego se llega a esto:

$$r = \left[ \frac{\cos(\frac{\beta_0 l}{2} \cos(\theta)) - \cos(\frac{\beta_0 l}{2})}{\sin(\theta)} \right]$$

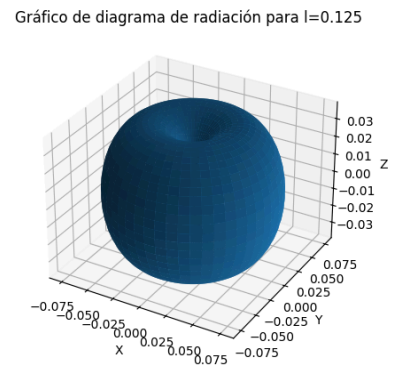
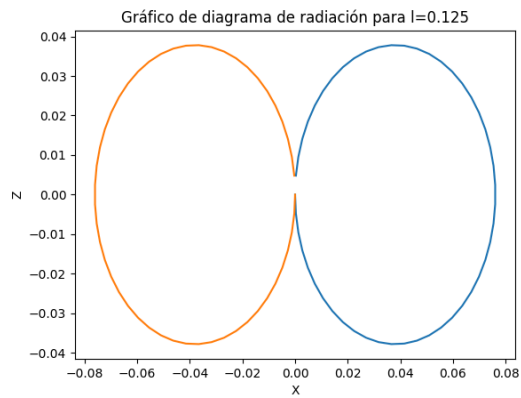
Esta función es la que se grafica.

Los gráficos se realizan con python, mediante el código presente en la siguiente github:

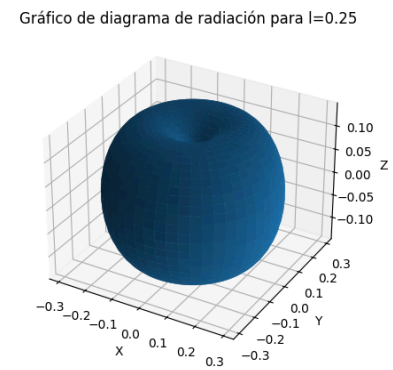
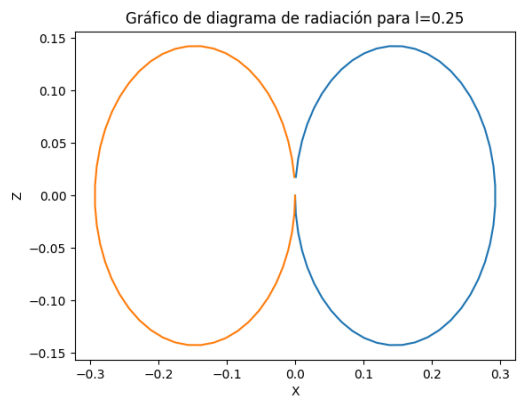
<https://github.com/SantiRecalde/AyPO.Recalde.2024>

Los diagramas son indistintos de la longitud de onda de la onda emitida, simplemente son afectados por la relación entre esta longitud de onda y la longitud de la antena que la emite. Por este motivo los gráficos que se verán a continuación son válidos para cualquier tipo de onda emitida por un dipolo de longitud L.

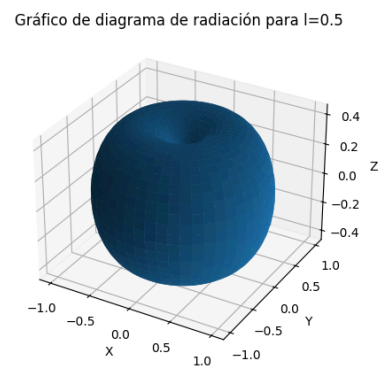
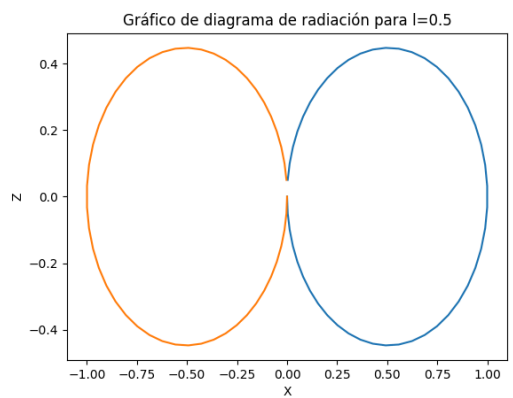
### Longitud $\frac{1}{8}$ :



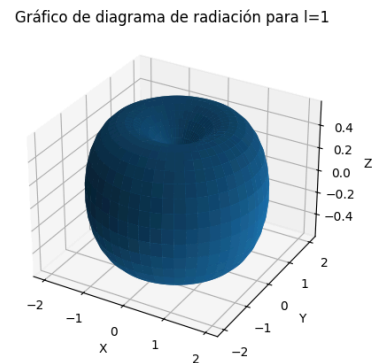
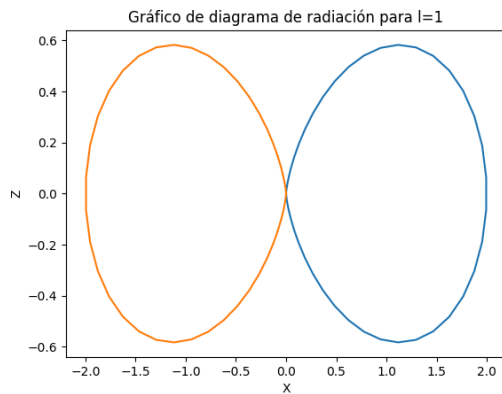
### Longitud $\frac{1}{4}$ :



### Longitud $\frac{1}{2}$ :



### Longitud 1:



En este momento se puede notar que la forma del diagrama de radiación comenzó a variar levemente, mostrando menos forma elíptica que antes. Por otro lado se puede notar como a medida que aumenta la longitud de la antena, los campos llegan cada vez más lejos: en el primer caso el radio para un módulo unitario estaba en 0.08m, mientras que en este caso el radio al que llegó es de 2m.

### Longitud $\frac{3}{2}$ :

Gráfico de diagrama de radiación para  $l=1.5$

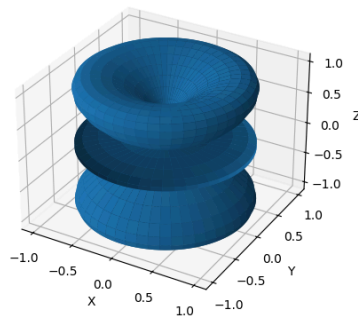
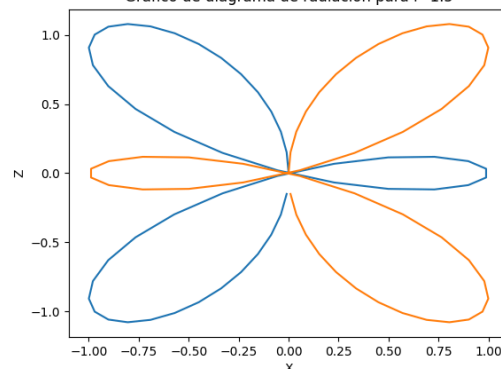
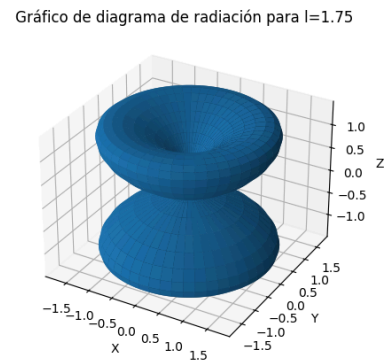
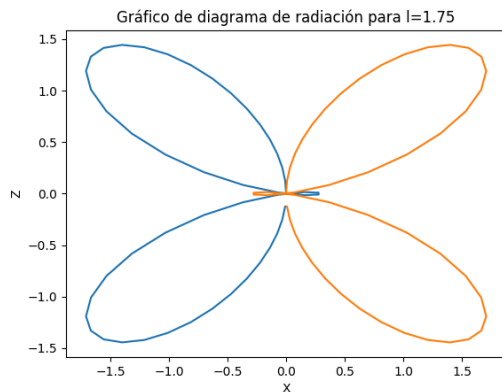


Gráfico de diagrama de radiación para  $l=1.5$



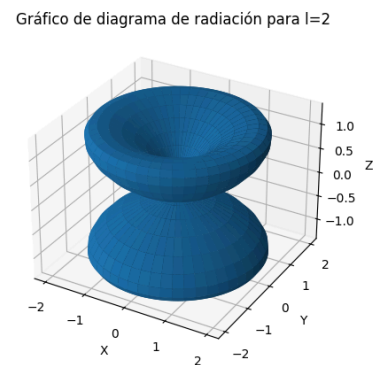
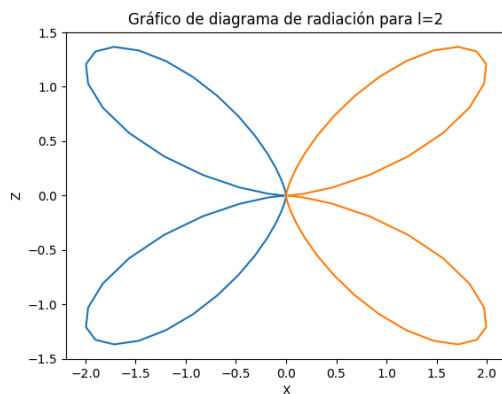
En este caso se puede ver el surgimiento de lóbulos que dirigen los campos en otras direcciones, desperdiciando potencia. De esta forma, se nota como disminuyó el radio al que llegan las ondas, siendo este ahora de 1m.

### Longitud $\frac{7}{4}$ :



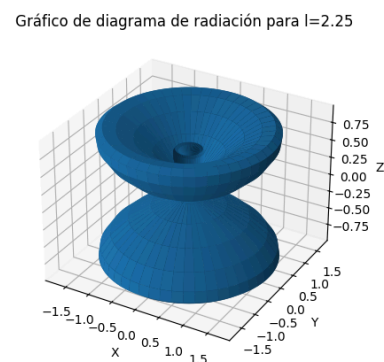
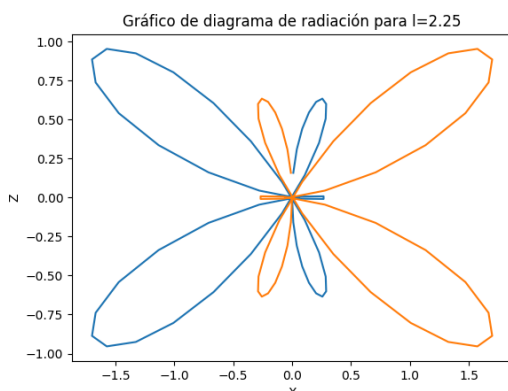
A medida que aumentamos la longitud de la antena, el campo sobre el plano que atraviesa la misma es cada vez menor, y la potencia se va principalmente en otras direcciones.

### Longitud 2:



Aquí se ve como prácticamente el campo es inexistente en el plano atravesado por la antena. La potencia está casi completamente dirigida hacia otras direcciones.

### Longitud $\frac{9}{4}$ :



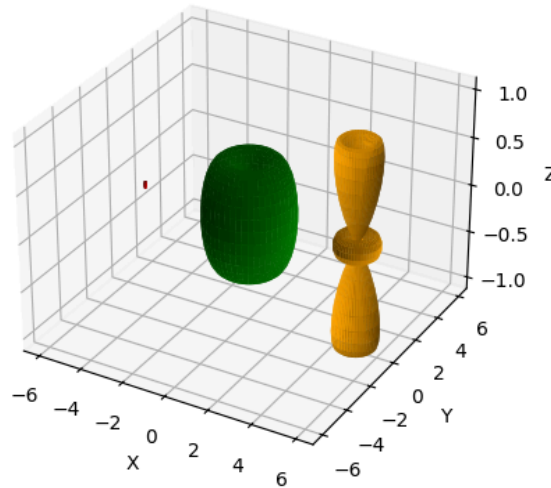
Finalmente para este caso se observa como aparecen cada vez más lóbulos, suponiendo una pérdida aún mayor de la potencia, y repercutiendo muy negativamente en la eficiencia de la antena.

A medida que se aumente aún más la longitud de la antena, más lóbulos irán apareciendo y más deficiente será el desempeño de la misma.

### Comparación de diagramas de radiación:

Como último punto, para demostrar todas las características mencionadas anteriormente, se presenta una comparación entre los diagramas de radiación de los dipolos de longitud  $\frac{1}{8}$ , 1 y  $\frac{3}{2}$ :

Comparación de gráficos de diagramas de radiación para  $l = 1/8, 1$  y  $3/2$



El punto rojo a la izquierda es el caso para la longitud  $\frac{1}{8}$ . Se puede apreciar lo pequeño que es comparado con el caso de longitud 1. También se nota como en el caso de longitud  $\frac{3}{2}$ , la potencia se dirige principalmente hacia arriba y hacia abajo de la antena, y muy poca es dirigida hacia los laterales de la misma.

---

En el Github se encuentra un programa que calcula las formas del diagrama de radiación, según se requiera, en 2D y 3D. Además se ofrece una función que genera una animación de cómo se va modificando este diagrama a medida que aumenta la longitud de la antena punto a punto, y guarda las imágenes generadas en una carpeta. También hay un código que permite comparar, en el mismo espacio, los diagramas de radiación de diferentes antenas.