

PRÁCTICA Nº 2

CARACTERIZACIÓN NUMÉRICA DE DIPOLOS Y MONOPOLOS





ÍNDICE

Análisis de dipolos lineales	3
-------------------------------------	---

Análisis de monopolos	3
------------------------------	---

DIPOLO:

1) Visualice la geometría de la antena dipolo que se va a simular empleando el método show.	4
2) ¿A qué frecuencias en el rango de 150 MHz – 900 MHz el dipolo se comporta como una antena resonante?	5
3) ¿Cuál es la directividad del dipolo (en unidades naturales) a 300 MHz?	6
4) Para el eje de frecuencias, realice un barrido de frecuencia desde los 150 MHz hasta los 900 MHz.	7
5) ¿Cuál es el ancho de banda del dipolo?	9
6) ¿Cuál es el ángulo de elevación correspondiente a la máxima radiación?	10
7) Dibuje el diagrama de radiación polar (2D) que se obtiene en el plano XY ($\theta = 0^\circ$) y justifique que se trata de una antena omnidireccional.	12
8) determine el ancho de haz a -3 dB, $\Delta\theta_{-3dB}$.	13

MONOPOLO:

9) Visualice la geometría de la antena monopolo que se va a simular empleando el método show.	14
10) ¿A qué frecuencias en el rango de 150 MHz – 900 MHz el dipolo se comporta como una antena resonante?	15
11) ¿Cuál es la directividad del monopolo (en unidades naturales) a 300 MHz?	16
12) Para el eje de frecuencias, realice un barrido de frecuencia desde los 150 MHz hasta los 900 MHz.	17
13) ¿Cuál es el ancho de banda del monopolo?	18
14) ¿Cuál es el ángulo de elevación correspondiente a la máxima radiación?	19
15) ¿Qué efecto tiene sobre el diagrama de radiación del monopolo un plano de masa perfecto de dimensión finita?	21



Análisis de dipolos lineales

En esta práctica se va a realizar el estudio de un dipolo simple el cual se compone de dos elementos conductores rectilíneos colineales con igual longitud alimentados en el centro.

Este dipolo presenta algunas propiedades eléctricas tales como:

- La corriente en el centro del dipolo es máxima y decrece a medida que nos acercamos a los extremos hasta hacerse 0.
- Depende de la dirección del campo eléctrico con respecto a la tierra, siendo como referencia una polarización horizontal en la que el campo eléctrico es paralelo a la horizontal de la tierra.

Análisis de monopolos

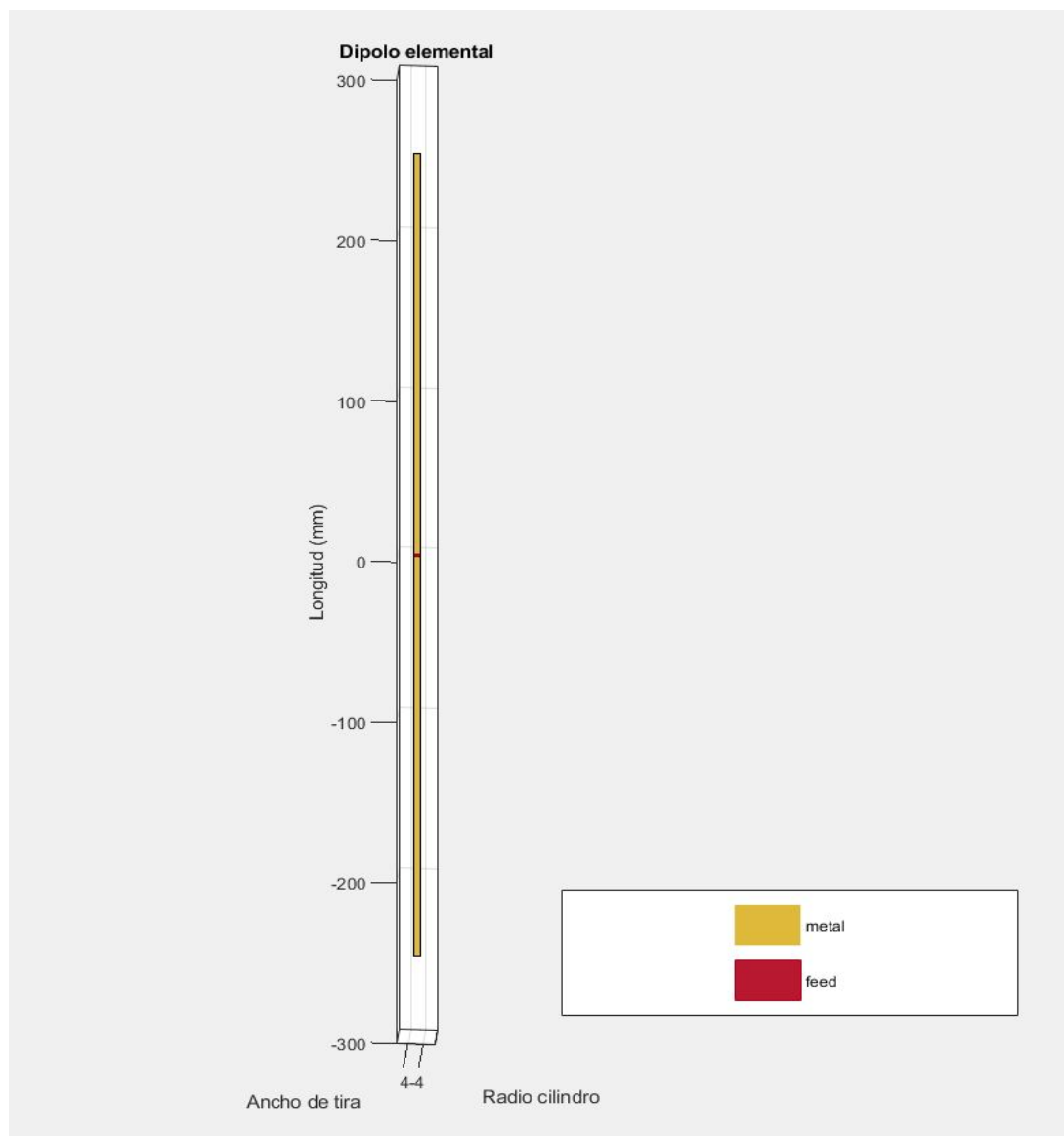
Una antena monopolo es un conductor rectilíneo, se caracteriza por tener un único punto de radiación. El extremo inferior de la antena recibe la corriente y el extremo superior es el encargado de irradiar al espacio



Ejercicios a realizar:

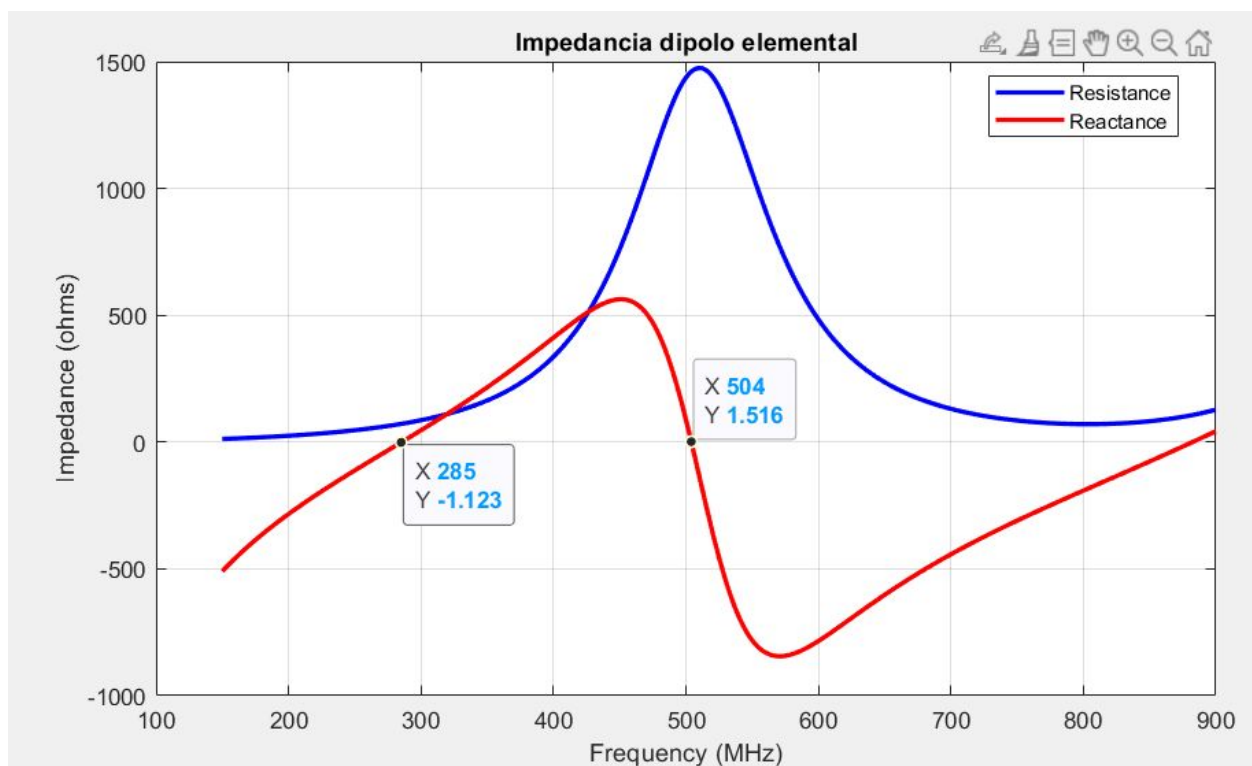
1) Visualice la geometría de la antena dipolo que se va a simular empleando el método show.

Como ya comentamos el dipolo se alimenta en el centro de los dos conductores ($z = 0$), en la gráfica se muestra con un punto rojo(feed).





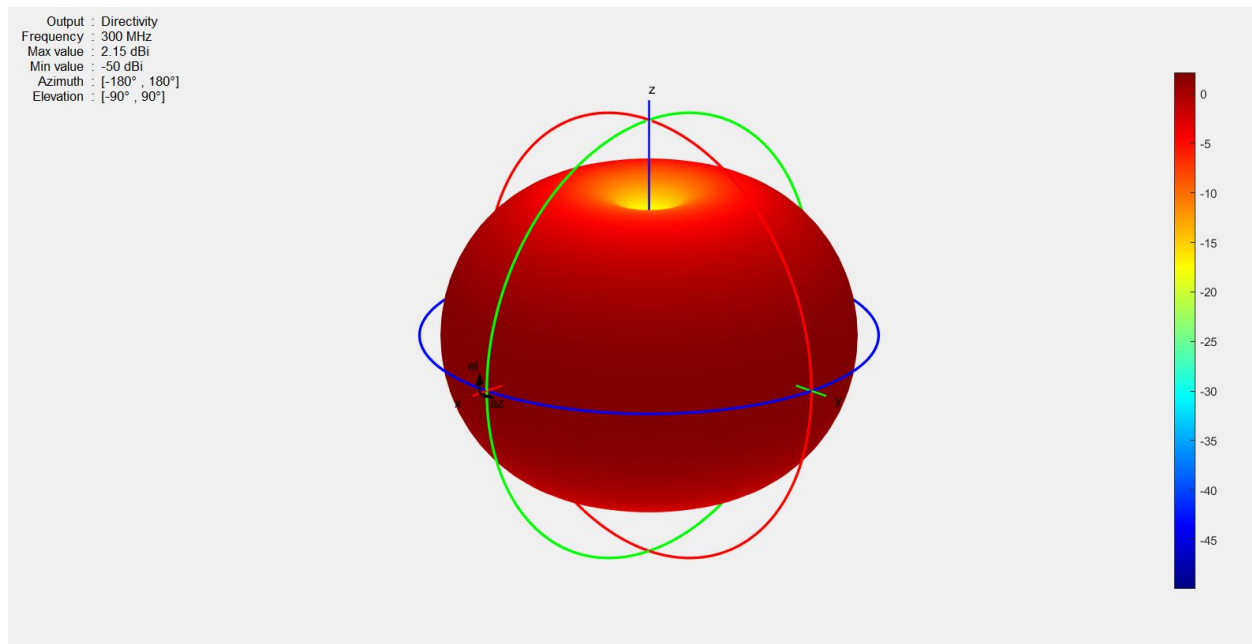
2) Empleando el método impedance, muestre en una gráfica como varía la impedancia del dipolo diseñado con la frecuencia. Para el eje de frecuencias, realice un barrido de frecuencia desde los 150 MHz hasta los 900 MHz. ¿A qué frecuencias en el rango de 150 MHz - 900 MHz el dipolo se comporta como una antena resonante?



La impedancia de la antena tiene una parte real (resistencia) y una imaginaria (reactancia), la resonancia se logra si el valor de la reactancia es cero o próximo a cero. El modo de funcionamiento resonante comprende dos frecuencias: 285 MHz y la segunda es: 504 MHz ya que su reactancia es cero o próxima a cero.



3) Empleando el método pattern, dibuje el diagrama de radiación polar 3D del dipolo a la frecuencia de 300 MHz. ¿Cuál es la directividad del dipolo (en unidades naturales) a 300 MHz?



$$D(\theta, \phi) = \frac{W(r, \theta, \phi)}{\frac{P_{rad}}{4\pi r^2}} = 4\pi r^2 \frac{\frac{15\pi \left(\frac{l}{\lambda}\right)^2 |I_0|^2 \sin^2 \theta}{r^2}}{40\pi^2 \cdot \left(\frac{l}{\lambda}\right)^2 |I_0|^2} = \frac{3}{2} \sin^2 \theta = 1.5 \sin^2 \theta$$

Nos encontramos que tenemos una directividad de 2.15 dBi que esto, expresado en unidades naturales.

$$D_0(dBi) = 10 * \log_{10}(D_0)$$

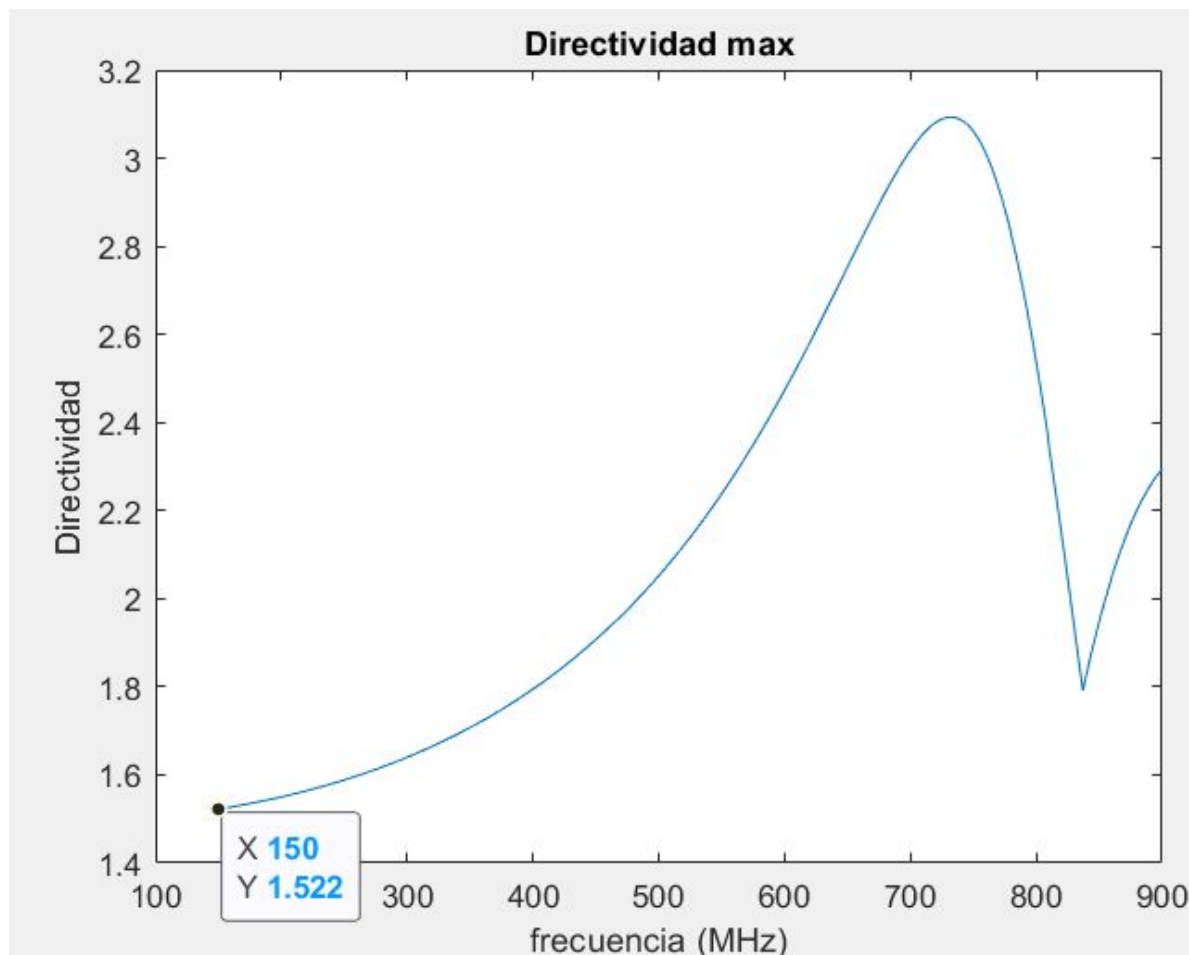
$$D_0 = 10^{D_0(dBi)/10} = 10^{2.15/10} = 1.64$$



Como podemos ver, al no tratarse de un dipolo elemental, nuestra directividad resulta ligeramente mayor.

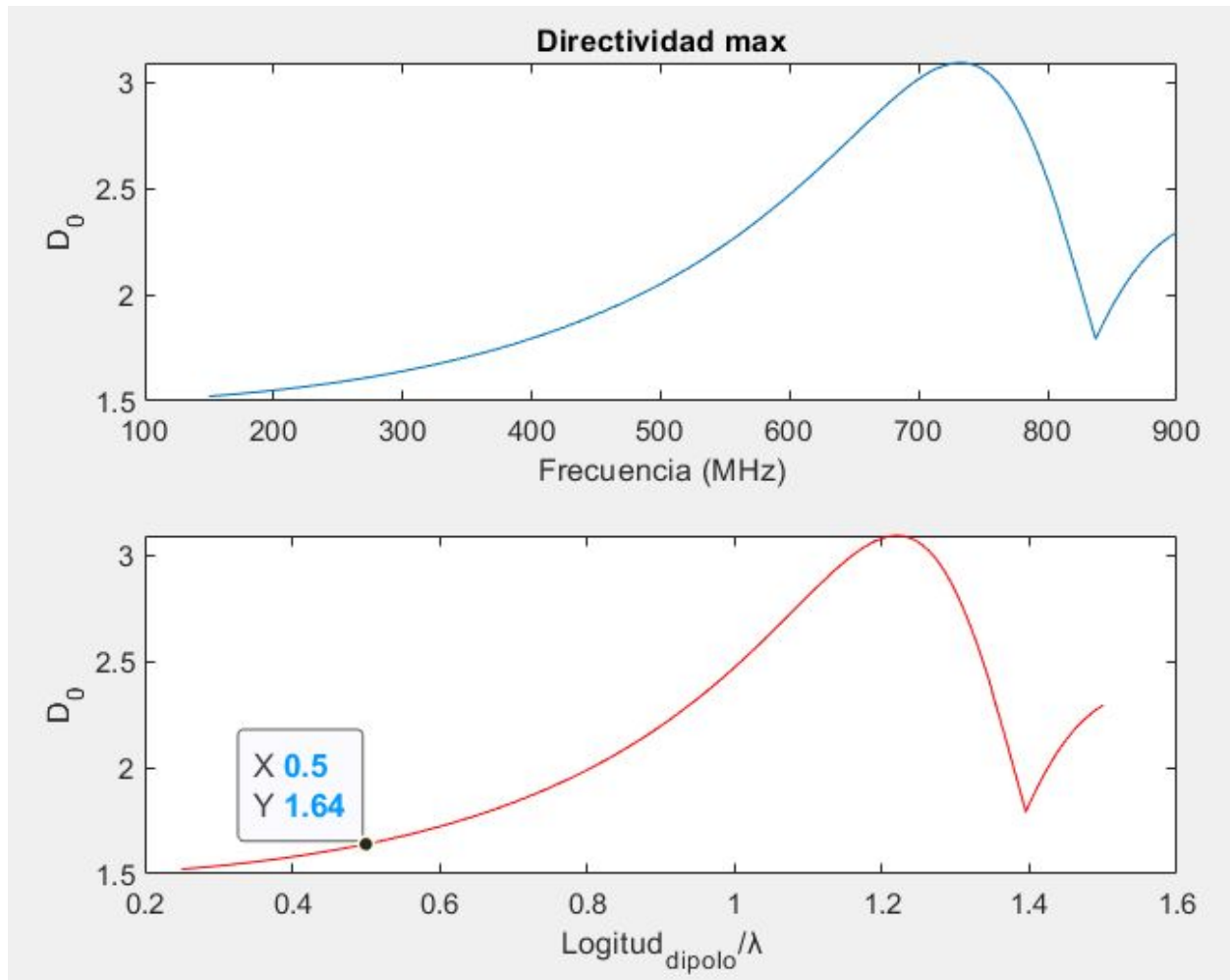
4) Muestre en una gráfica como varía la directividad del dipolo (expresada en unidades naturales) con la frecuencia. Para el eje de frecuencias, realice un barrido de frecuencia desde los 150 MHz hasta los 900 MHz.

En la siguiente gráfica observamos como la directividad varía con la frecuencia, vemos como en el extremo inferior la directividad tiende a 1.5, como es el caso del dipolo elemental, debemos recordar que el modelo de dipolo elemental, tiene un límite de $l \leq \frac{\lambda}{50}$ en nuestro caso este límite no se cumple, para ninguna frecuencia.





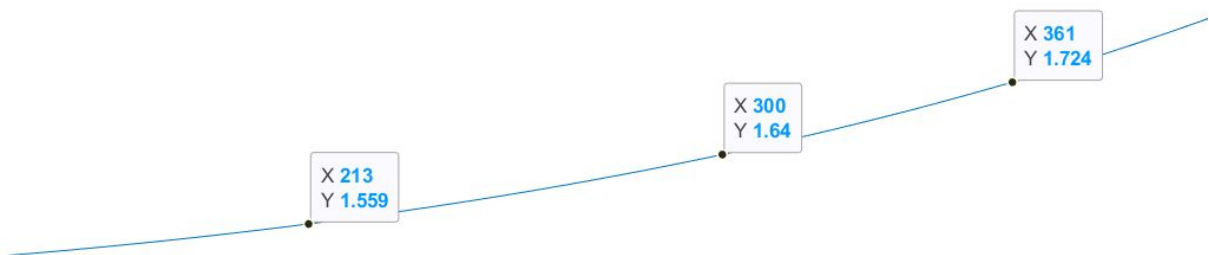
Representando la directividad en función de la longitud del dipolo, vemos como en $\frac{\lambda}{2}$ tenemos 1.64 y el máximo a 1.25λ





5) Si el dipolo se ha diseñado para operar a la frecuencia de 300 MHz y se considera que el funcionamiento de la antena es aceptable si la directividad (en unidades naturales) varía un máximo de un 5% ¿Cuál es el ancho de banda del dipolo.

En la gráfica observamos la frecuencia central (300 MHz), la frecuencia mínima(213 MHz) y la frecuencia máxima(361), dándonos un ancho de banda de 148 MHz.



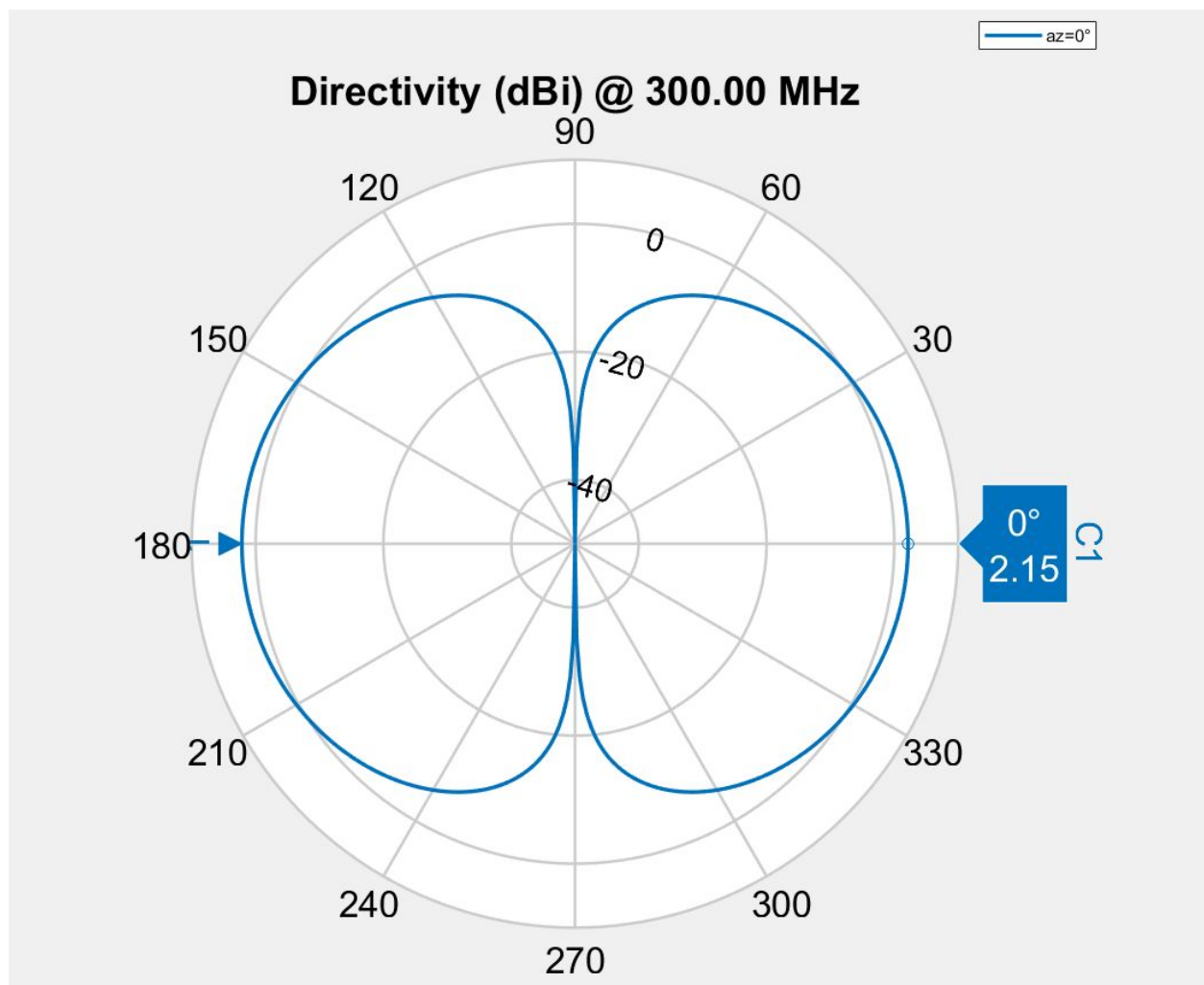
Si nos fijamos en otro parámetro importante a la hora de seleccionar el ancho de banda de una antena como es el de la impedancia y escoger valores de frecuencia donde es resonante observamos que en 360 MHz(frecuencia superior) no es resonante, ya que tiene parte reactiva, por lo que quizá otro rango de frecuencias nos dé un mejor rendimiento.

Si cogemos la frecuencia central 600 MHz, la frecuencia mínima 575 (MHz) con una directividad de 3.7 dBi y la frecuencia máxima 623 (MHz) con una directividad de 4.13 dBi, dándonos un ancho de banda de 48 MHz, vemos que tenemos 100 MHz de ancho de banda menos.



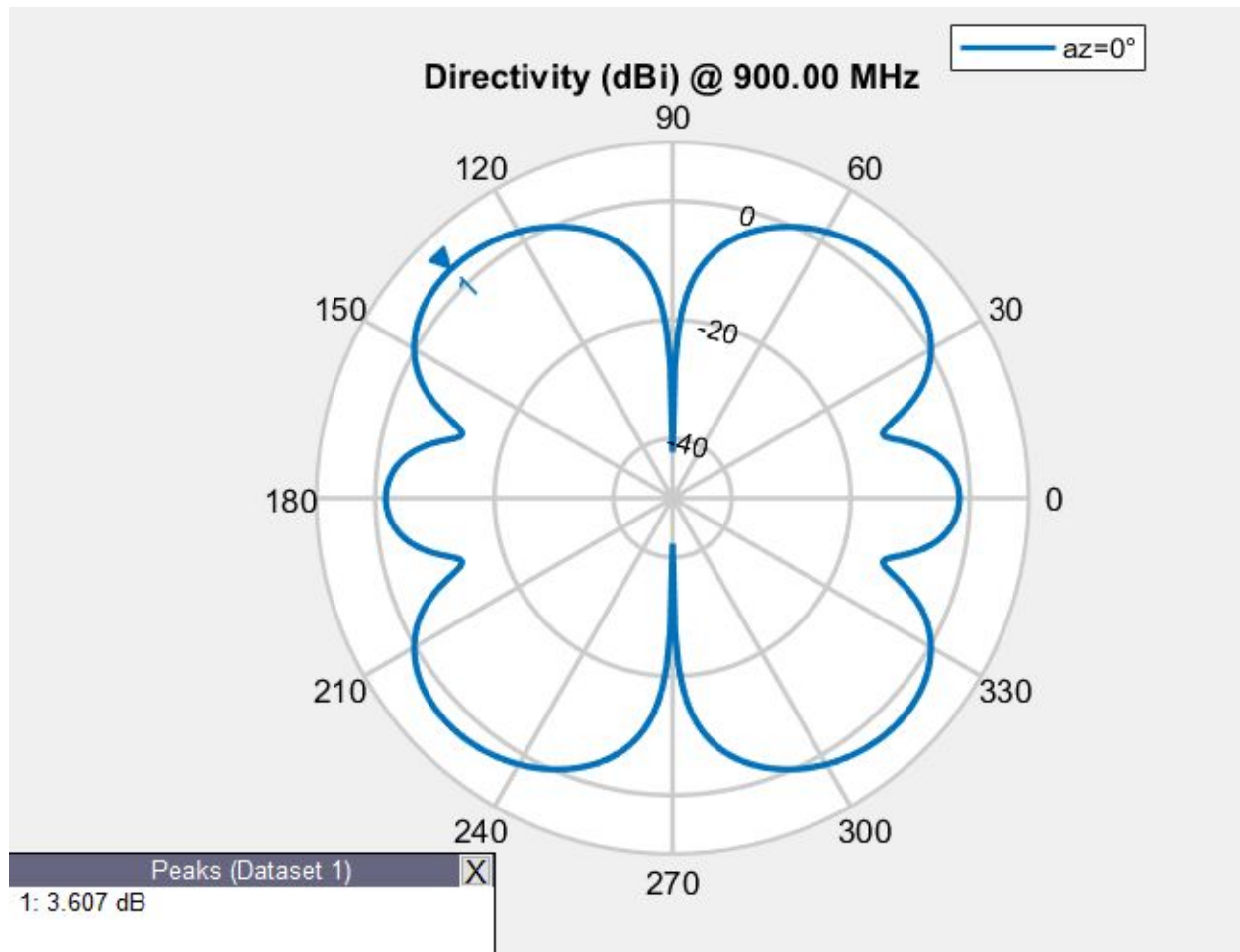
6) Para la antena dipolo bajo estudio a 300 MHz y empleando el método patternElevation, dibuje el diagrama de radiación polar (2D) que se tiene particularizando un acimut $Az = 0^\circ$. ¿Cuál es el ángulo de elevación θ (en grados) correspondiente a la máxima radiación?

Los grados de máxima radiación cenital son 0° y 180° .





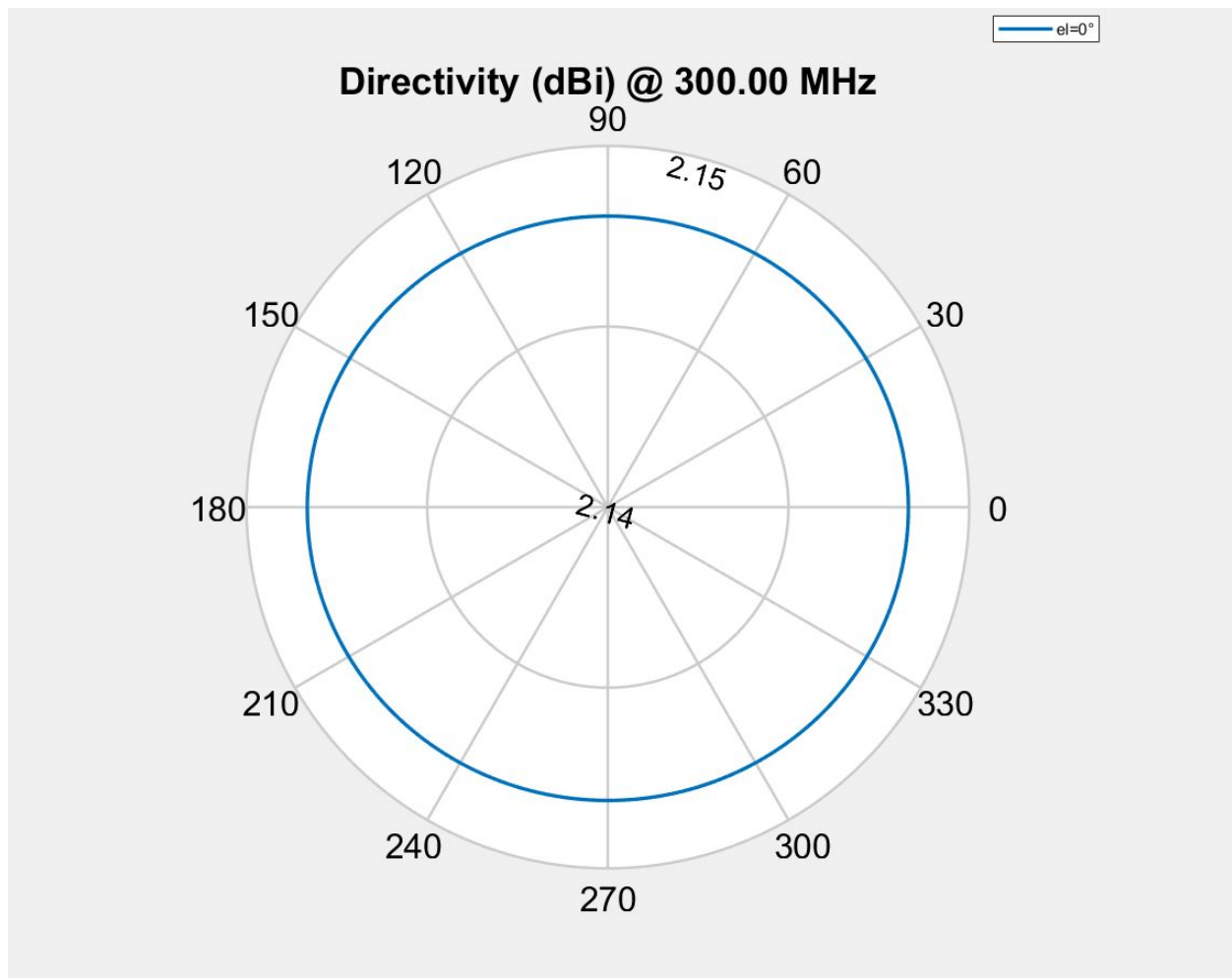
Como vimos en teoría cuando la longitud del dipolo es superior a la longitud de onda, empiezan a parecer lóbulos secundarios, para 900 MHz $\lambda = 0.33 \text{ m}$





7) Para la antena dipolo bajo estudio a 300 MHz y empleando el método `patternAzimuth`, dibuje el diagrama de radiación polar (2D) que se obtiene en el plano XY ($\theta = 0^\circ$) y justifique que se trata de una antena omnidireccional.

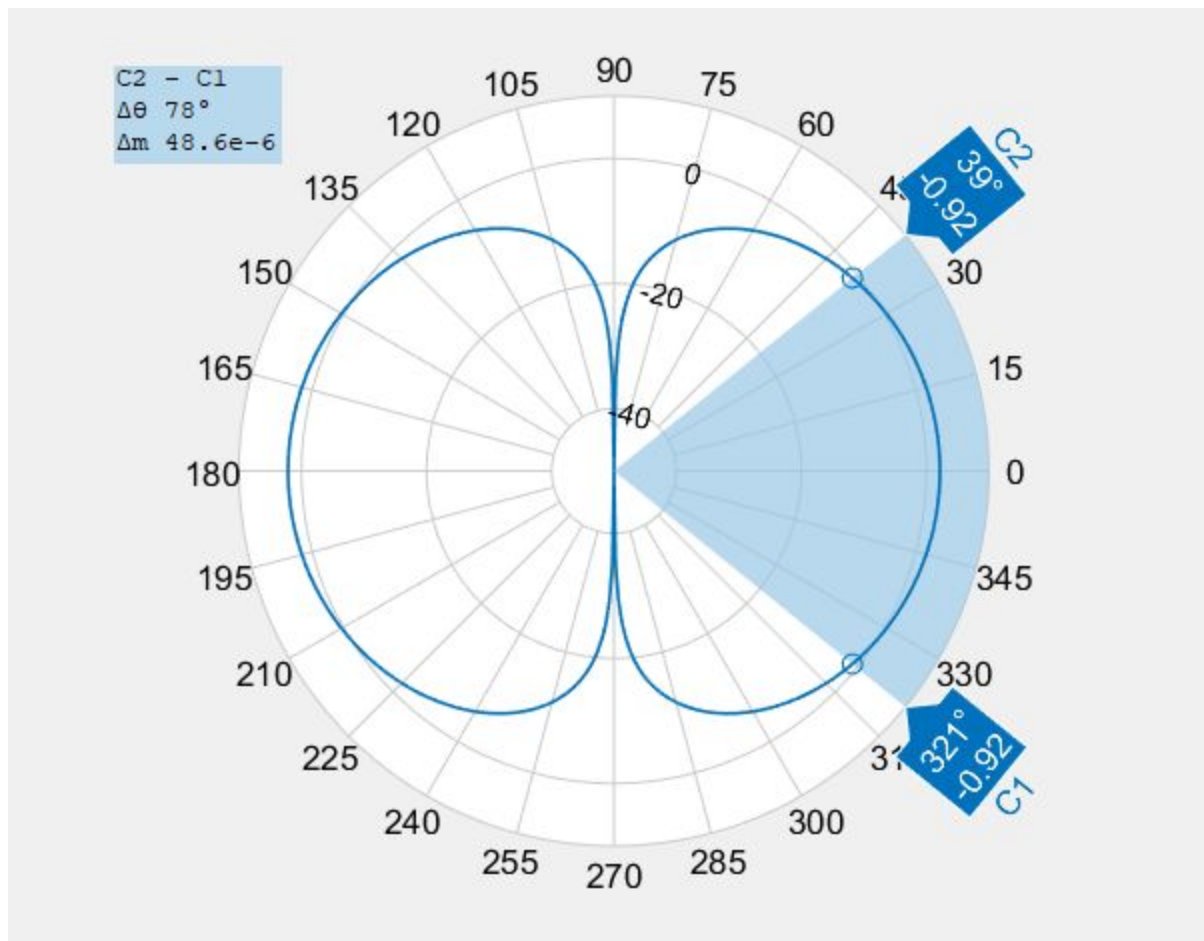
Como vemos radia al espacio una potencia de manera uniforme en todas las direcciones de azimut, el valor de directividad es constante, por lo que es una antena omnidireccional.





8) Para la antena dipolo bajo estudio a la frecuencia de 300 MHz y empleando el método beamwidth, determine el ancho de haz a -3 dB, $\Delta\theta_{-3dB}$.

El ancho de haz a -3dB, es la separación angular de las direcciones en las que el diagrama de radiación de potencia cae a la mitad de su valor máximo.



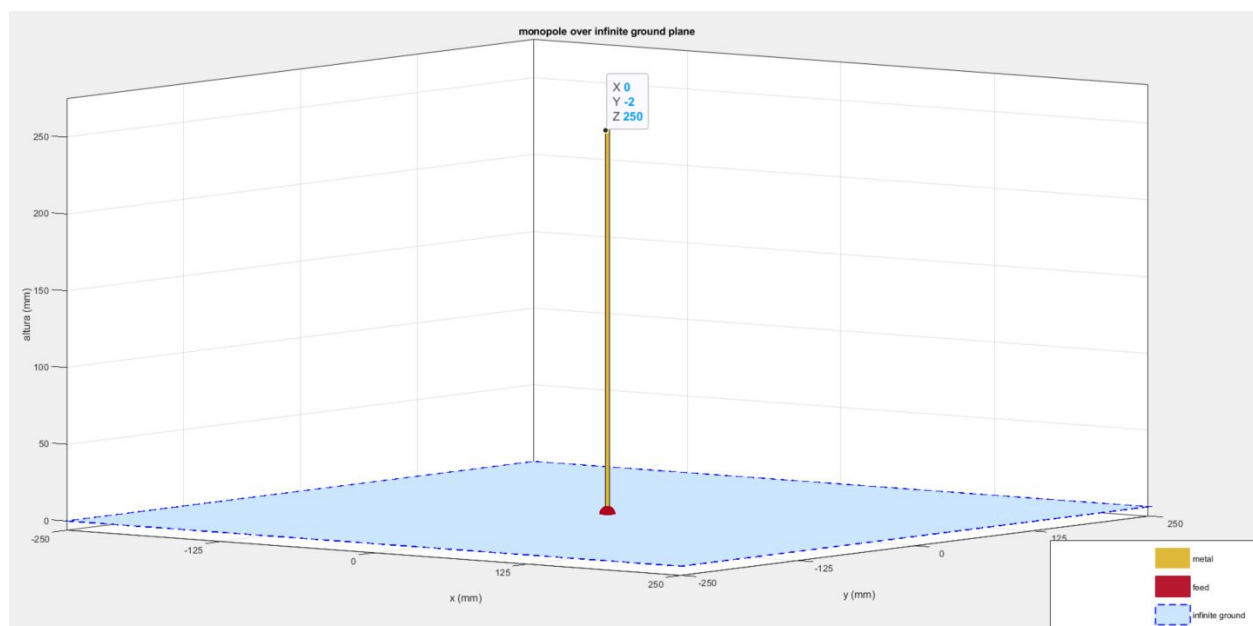


Se codificará un 'script' en MATLAB llamado "monoGRXX.m" (siendo XX el

nombre del grupo de prácticas) que permita realizar las siguientes tareas:

9) Visualice la geometría de la antena monopolo que se va a simular empleando el método show.

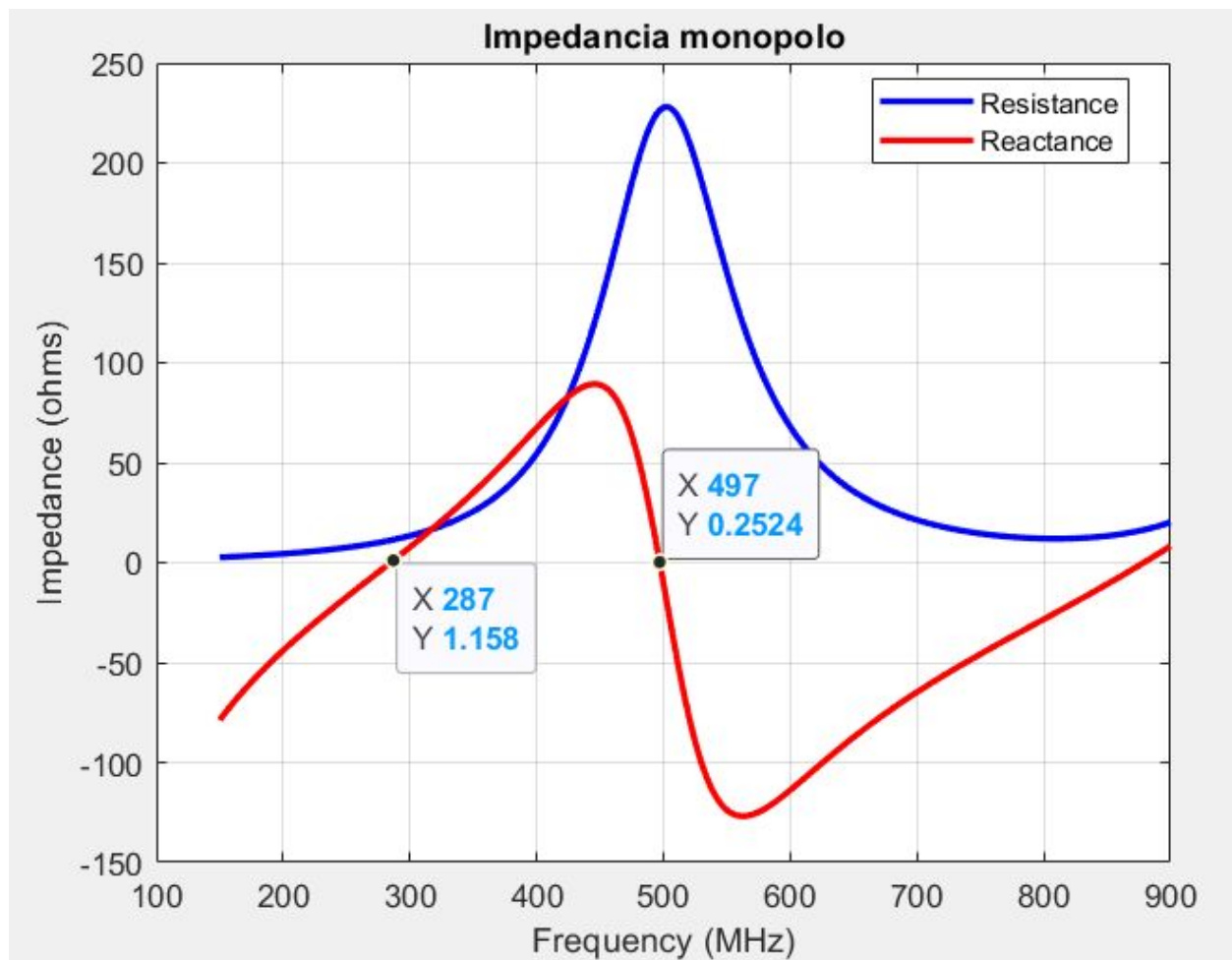
Vemos que tiene un plano de masa, en el extremo inferior por el cual se alimenta, marcado en la gráfica con un punto rojo (feed), y un extremo superior que irradia al espacio libre.





10) Empleando el método impedance, muestre en una gráfica como varía la impedancia del monopolo diseñado con la frecuencia. Para el eje de frecuencias, realice un barrido de frecuencia desde los 150 MHz hasta los 900 MHz. ¿A qué frecuencias en el rango de 150 MHz - 900 MHz el dipolo se comporta como una antena resonante?

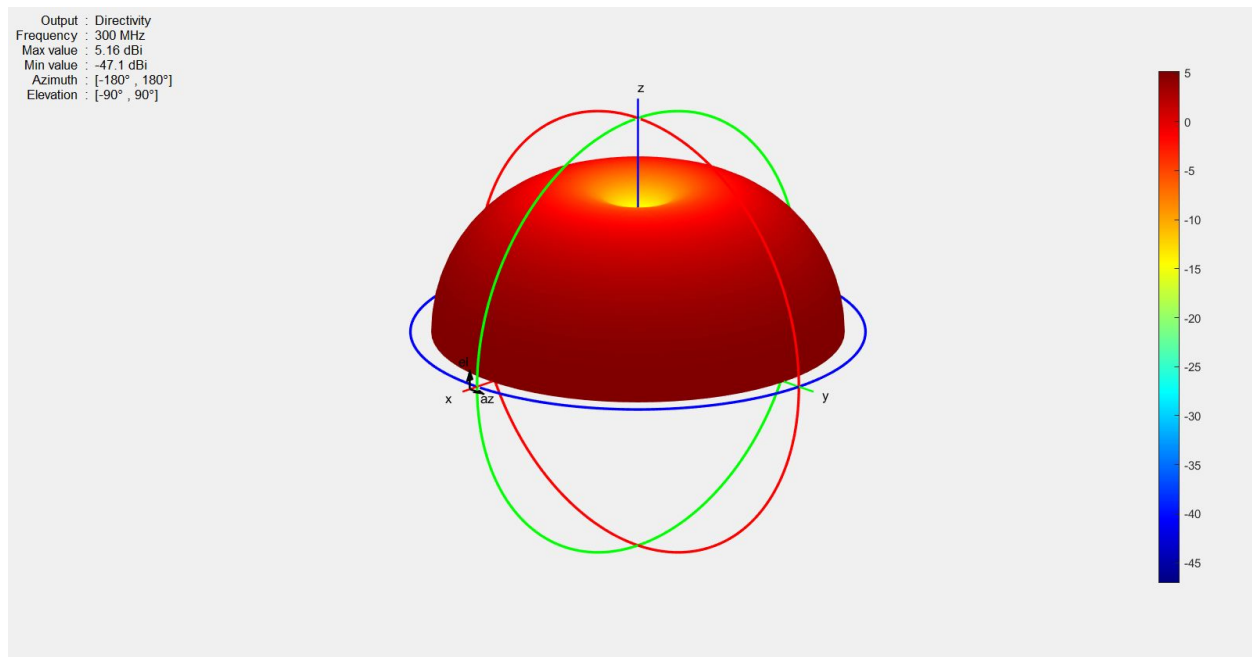
La impedancia de la antena tiene una parte real (resistencia) y una imaginaria (reactancia), la resonancia se logra si el valor de la reactancia es cero o próximo a cero. El modo de funcionamiento resonante comprende en dos zonas la primera es : 287 MHz y la segunda es: 497 MHz ya que su reactancia es próxima a cero como se puede ver en la imagen.





11) Empleando el método pattern, dibuje el diagrama de radiación polar 3D del monopolo a la frecuencia de 300 MHz. ¿Cuál es la directividad de del monopolo (en unidades naturales) a 300 MHz?

Observando la gráfica se ve claramente que tenemos la mitad de diagrama que en el dipolo, y en consecuencia tenemos el doble de directividad, siendo el valor máximo 5.16 dBi en comparación con los 2.15 dBi encontrados en nuestro dipolo anterior.





12) Muestre en una gráfica cómo varía la directividad de la antena monopolo(expresada en unidades naturales) con la frecuencia. Para el eje de frecuencias, realice un barrido de frecuencia desde los 150 MHz hasta los 900 MHz.

En esta gráfica vemos con más detalle como la directividad es el doble que en el dipolo, ya que el dipolo nos daba una directividad 3.1 aproximadamente y en el monopolo vemos que la directividad nos da unos 6.2 aproximadamente. También observamos que la gráfica sigue el mismo patrón que en el dipolo, pero multiplicada la variable dependiente por 2.

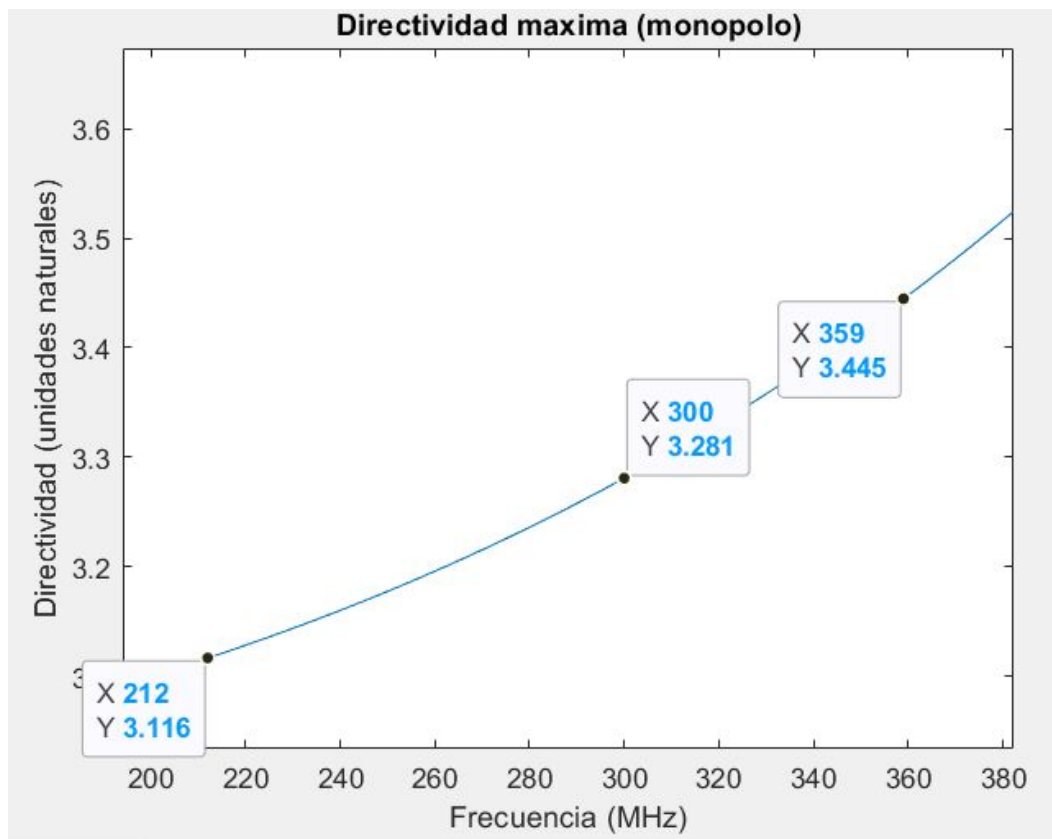


13) Si el monopolo se ha diseñado para operar a la frecuencia de 300 MHz y se considera que el funcionamiento de la antena es aceptable si la directividad (en unidades naturales) varía un máximo de un 0.5% ¿Cuál es el ancho de banda del monopolo?

La directividad por debajo es 3.11 y su frecuencia es: 212 (MHz)

La directividad por encima es 3.44 y su frecuencia es: 359 (MHz)

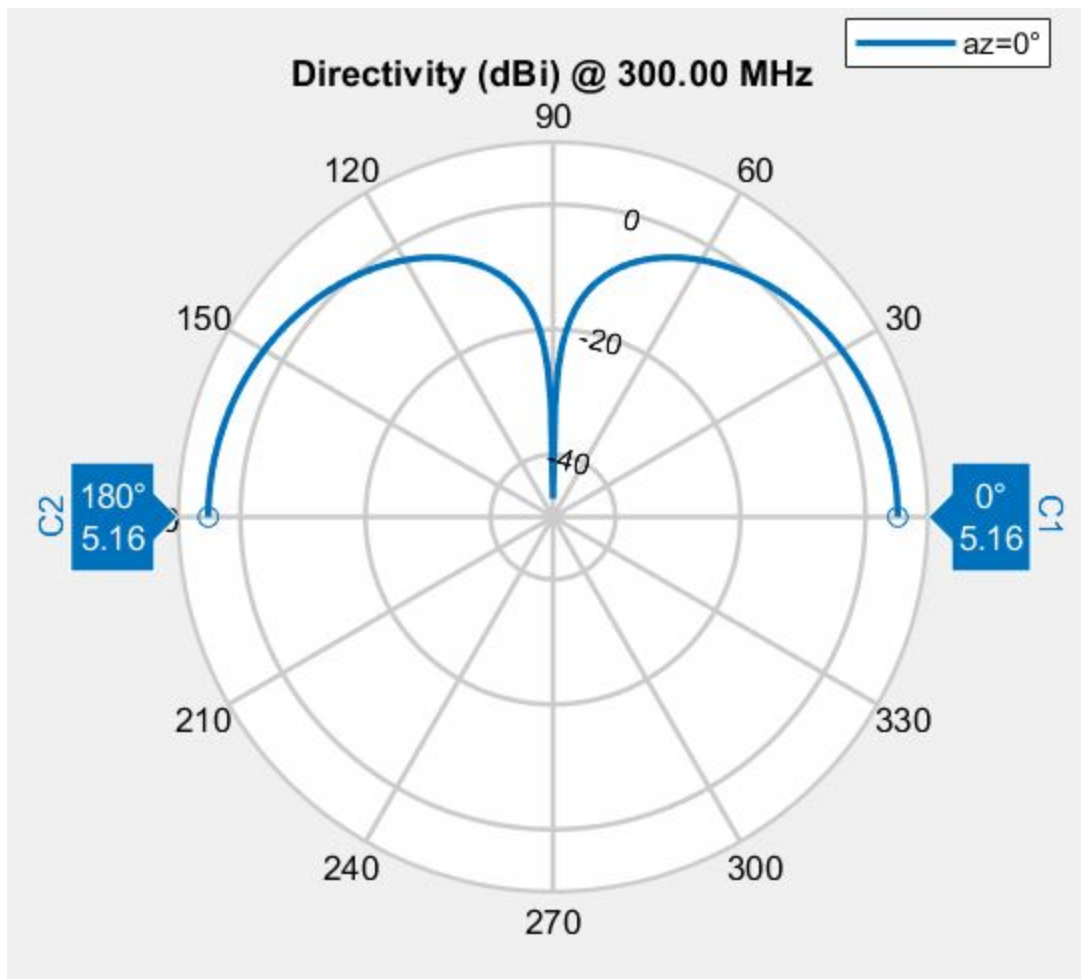
Tenemos un ancho de banda de : 147 (MHz)





14) Para el monopolo a 300 MHz y empleando el método `patternElevation`, dibuje el diagrama de radiación polar (2D) que se tiene particularizando un acimut $Az = 0^\circ$. ¿Cuál es el ángulo de elevación θ (en grados) correspondiente a la máxima radiación?

En esta gráfica representamos la radiación en el ángulo cenital, ya que tenemos un $azimut = 0$, siendo a 0° y 180° los máximos.

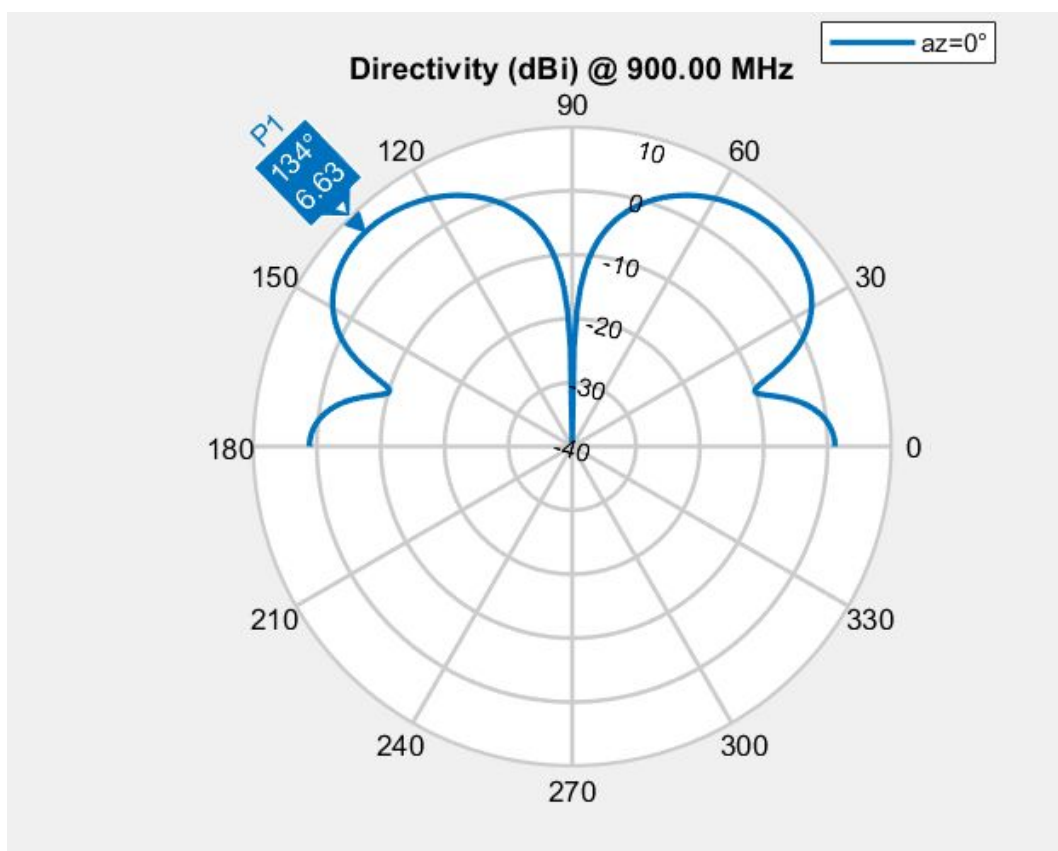




En este caso a diferencia de nuestro dipolo en el que teníamos una relación de $2 * H = \lambda$, o lo que sería igual $l_{efectiva} = \lambda$, en el caso de nuestro monopolo tenemos la mitad de la longitud efectiva, por lo que el límite en el que aparecen lóbulos secundarios es el mismo que en el dipolo en 600 MHz o en lo que es igual una longitud de onda de 0.5 m.

La aparición de lóbulos secundarios cumple la condición $l > \lambda$.

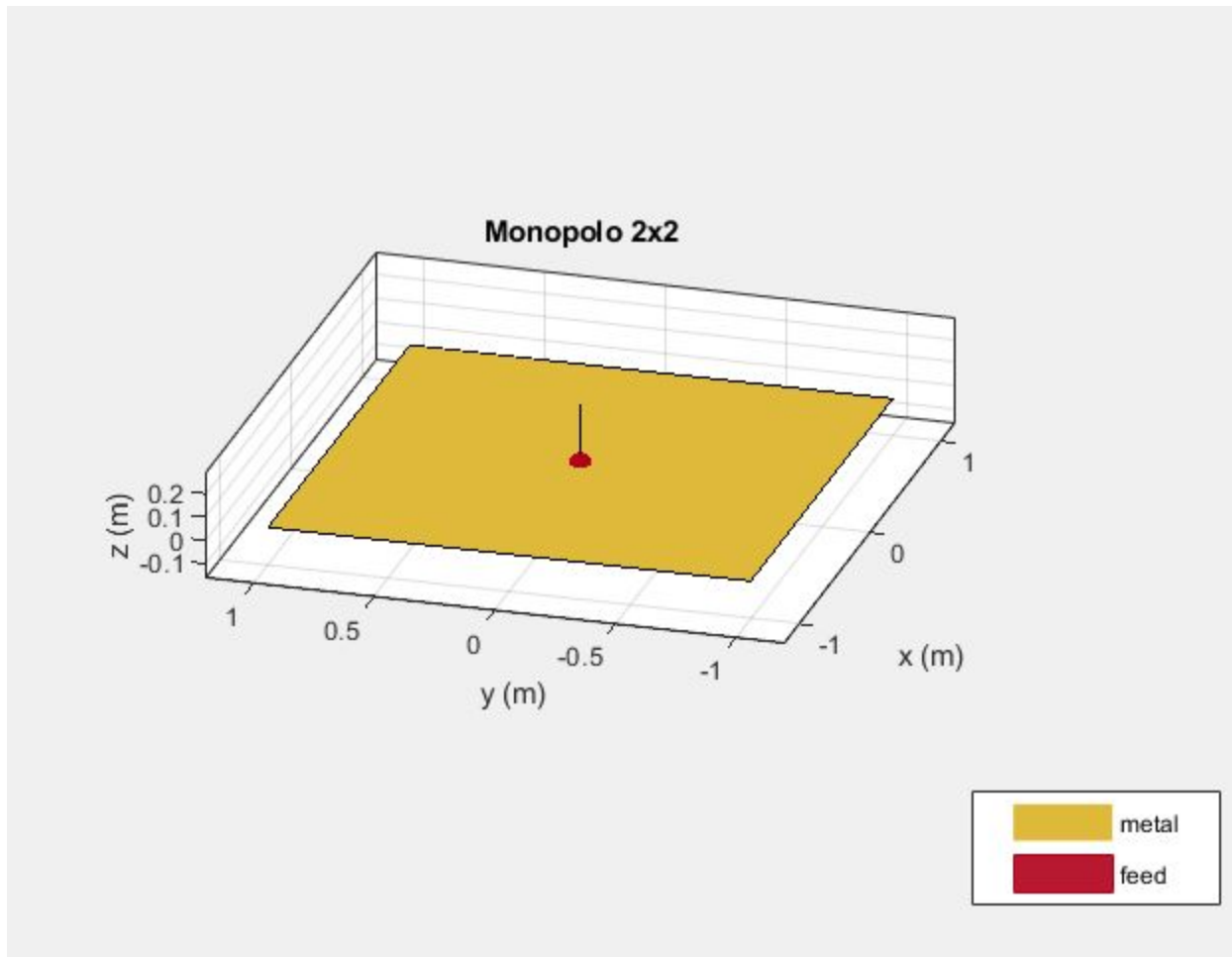
El no generar lóbulos secundarios, hace que la densidad de potencia radiada se concentre en una determinada región del espacio por lo que es muy interesante en determinadas situaciones, en la que queremos un ancho de haz bajo y una antena muy directiva, al igual que dividir en varios lóbulos la radiación nos sirve para crear varios sectores.

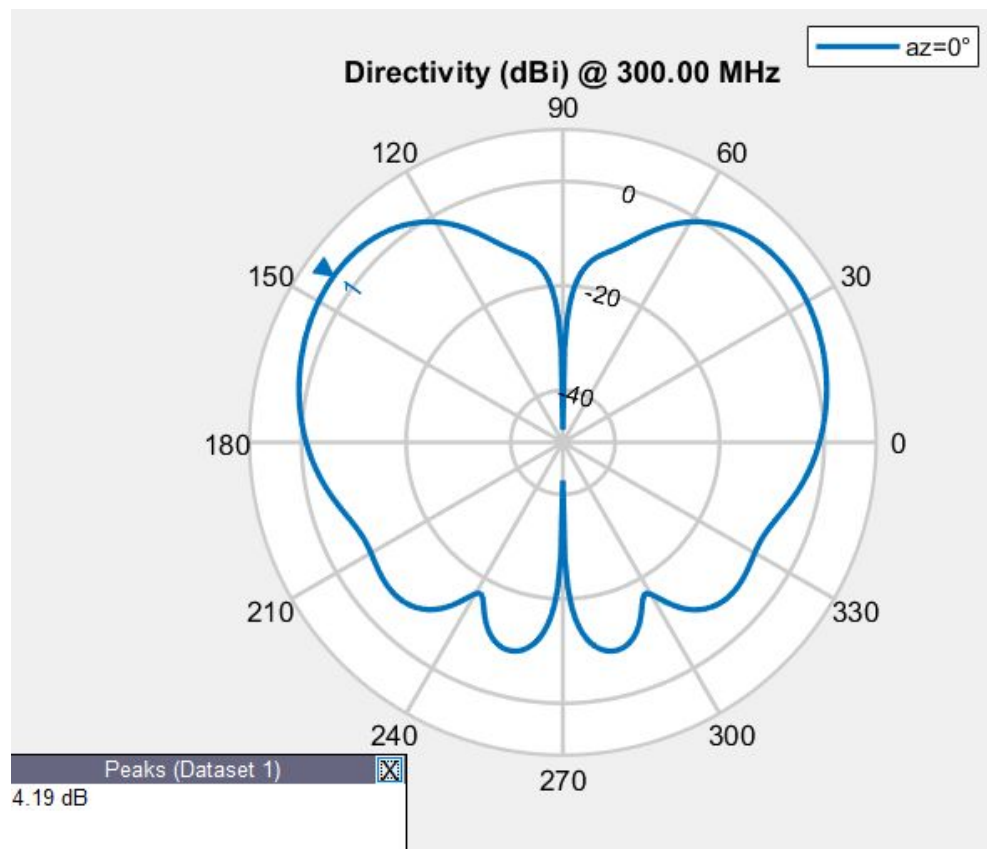
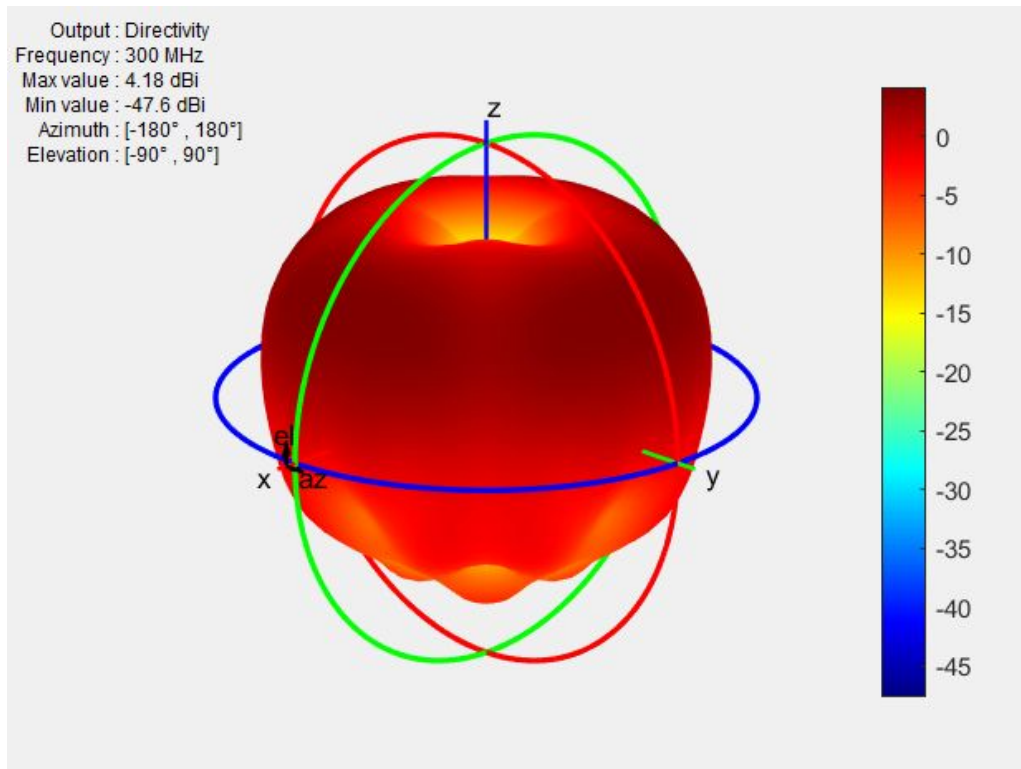




15)¿Qué efecto tiene sobre el diagrama de radiación del monopolo un plano de masa perfecto de dimensión finita? Justifique su respuesta realizando las simulaciones correspondientes a planos de masa de 2 m x 2 m , 1 mx 1 m y 0.5 m x 0.5

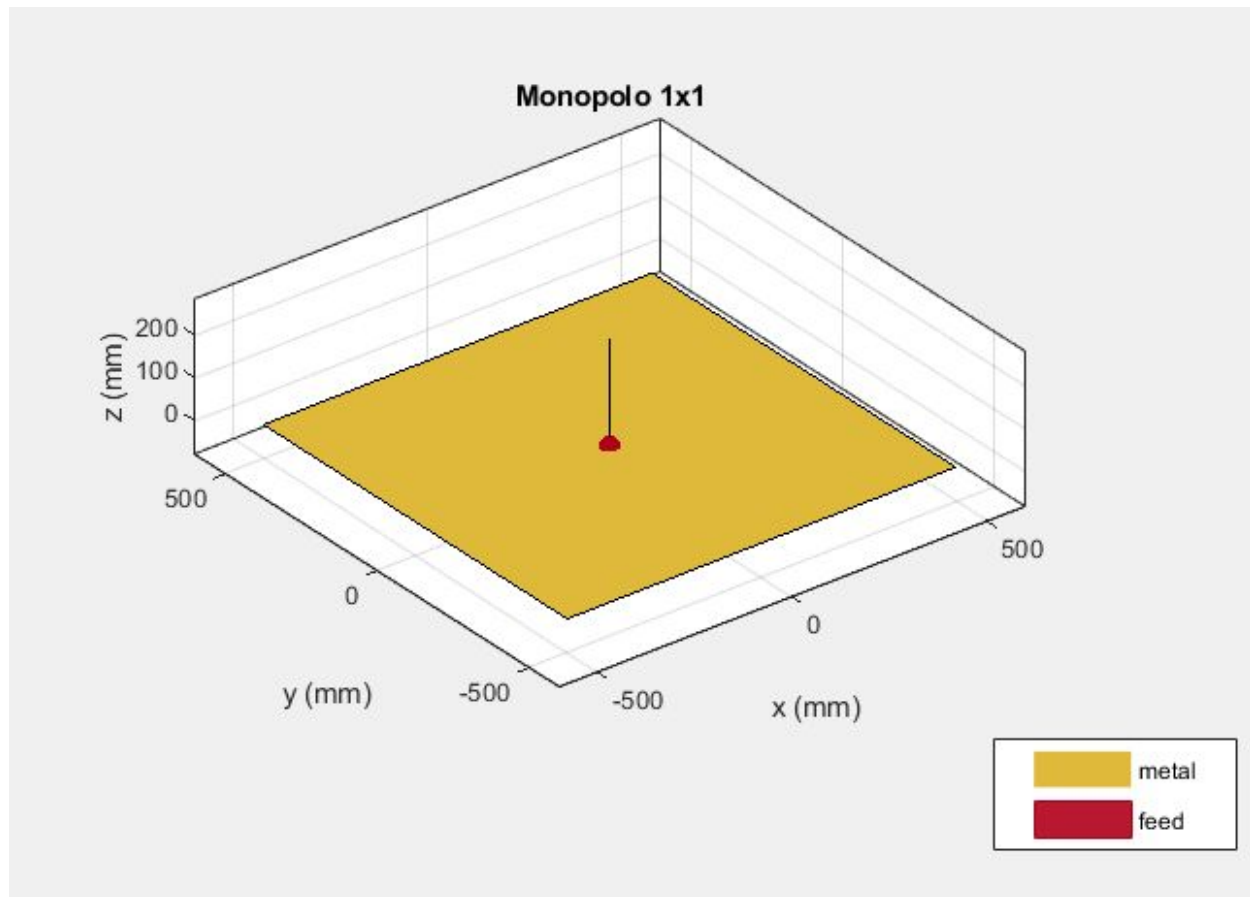
2x2

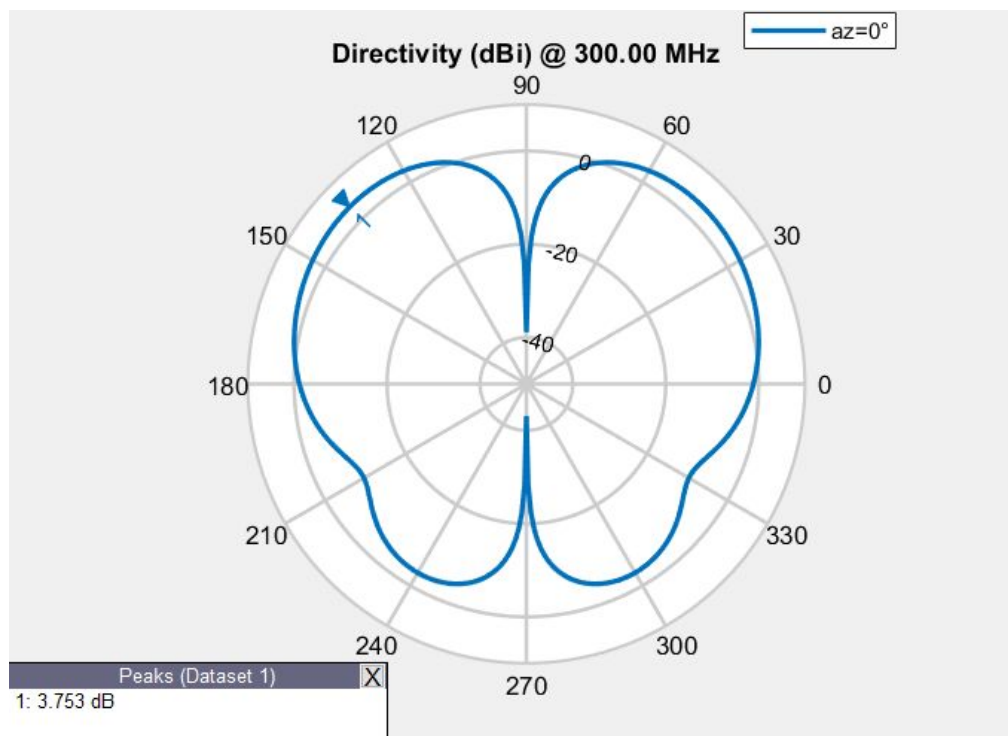
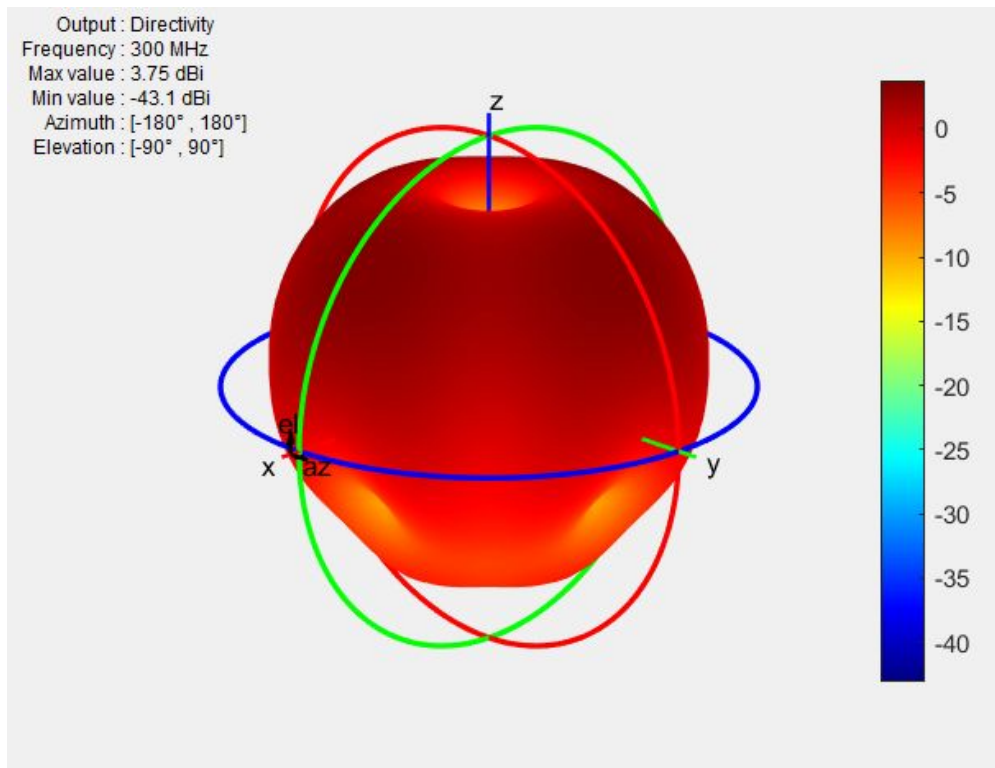






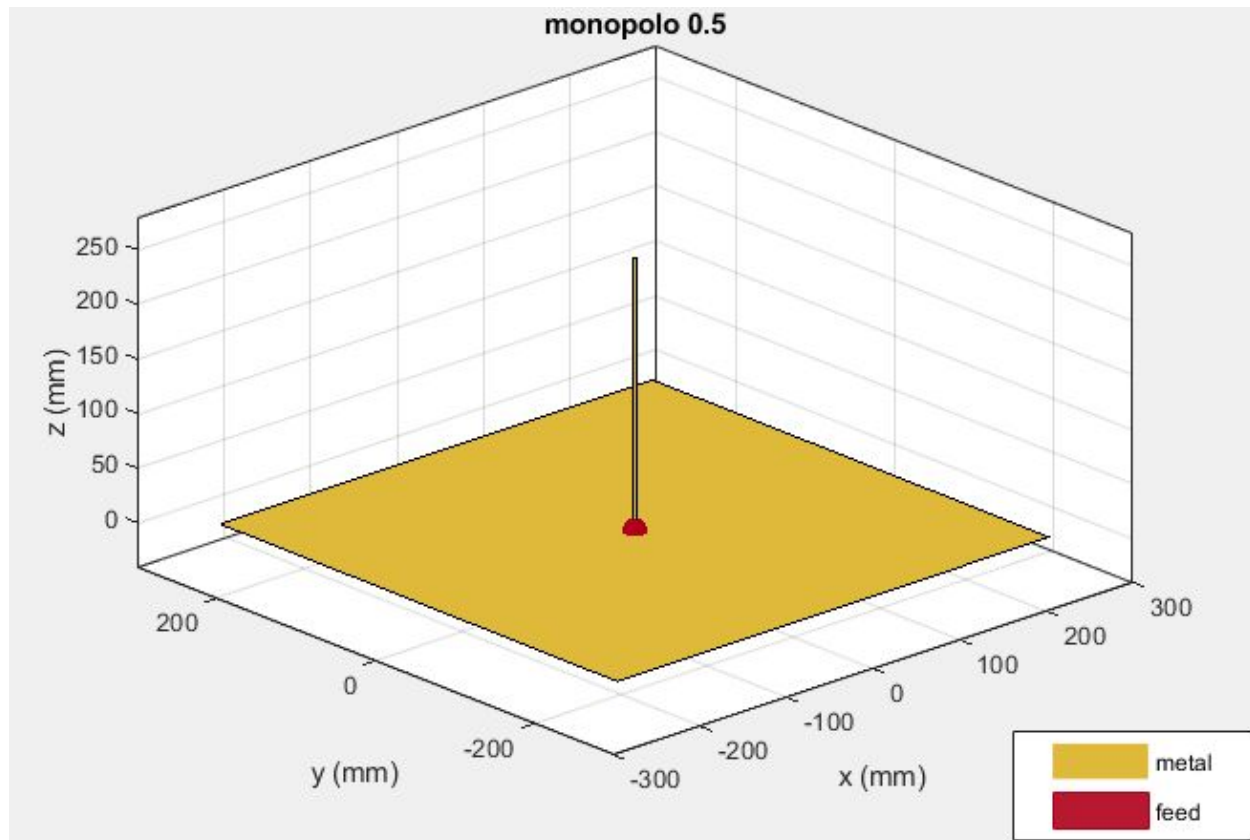
1m*1m:

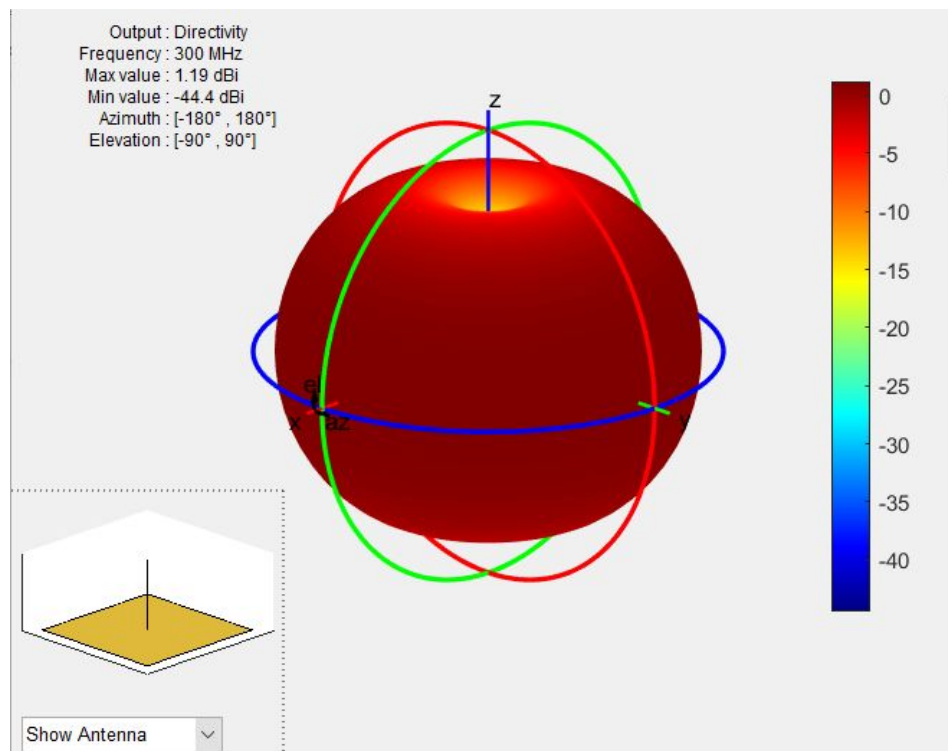






0.5m*0.5m:







La conclusión obtenida es que a medida que nuestro plano masa deja de ser infinito disminuyendo hasta tener un ancho cero, vemos como el diagrama de radiación se aproxima al de un dipolo proporcionalmente a esta disminución, como consecuencia de esta aproximación, dejamos de tener la radiación de un monopolo y pasamos a tener la de un dipolo como se puede ver en el último ejemplo