



Práctica de Redes Móviles e Sen Fíos

Simulación de Agrupaciones de Antenas con el Software STACA en entorno MATLAB.

1. Nombre del autor

Iglesias Pérez, Xabier

2. Email de la UDC

xabier.iglesias.perez@udc.es

3. Objetivo

Analizar la variación del espectro electromagnético producida por un conjunto de antenas radiantes distribuidas en un espacio Cartesiano.

4. Configuración y diagramas de radiación

4.1. 3 Dipolos

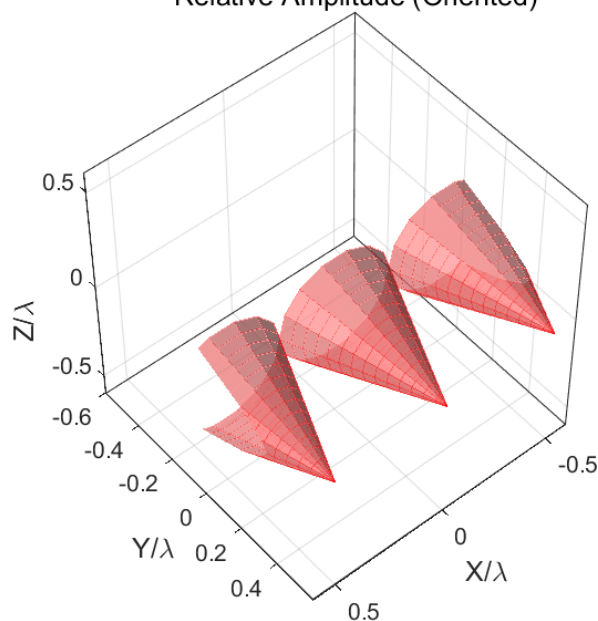
4.1.1. Geometría de la agrupación,

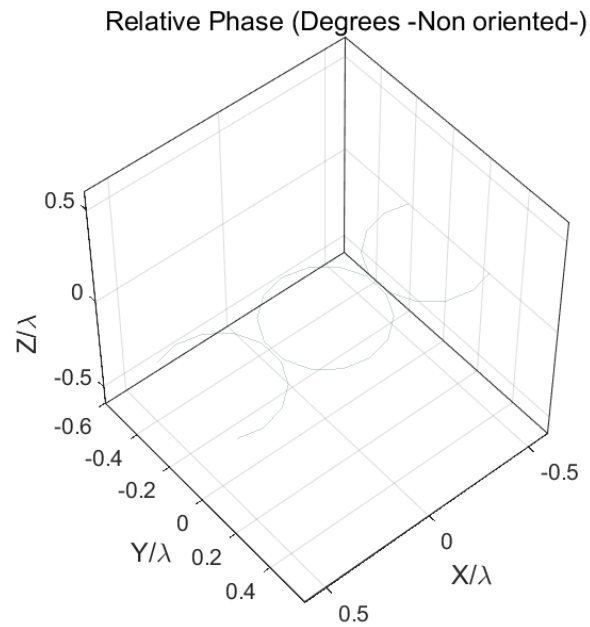
4.1.2. Corrientes de la agrupación:

	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Dipolo 1	-0.5, 0, 0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 2	0,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 3	0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0

4.1.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:

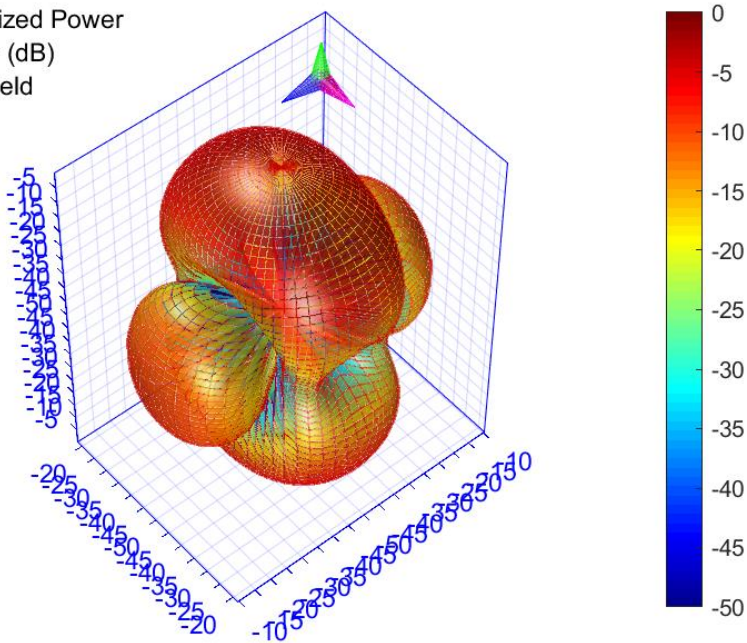
Relative Amplitude (Oriented)





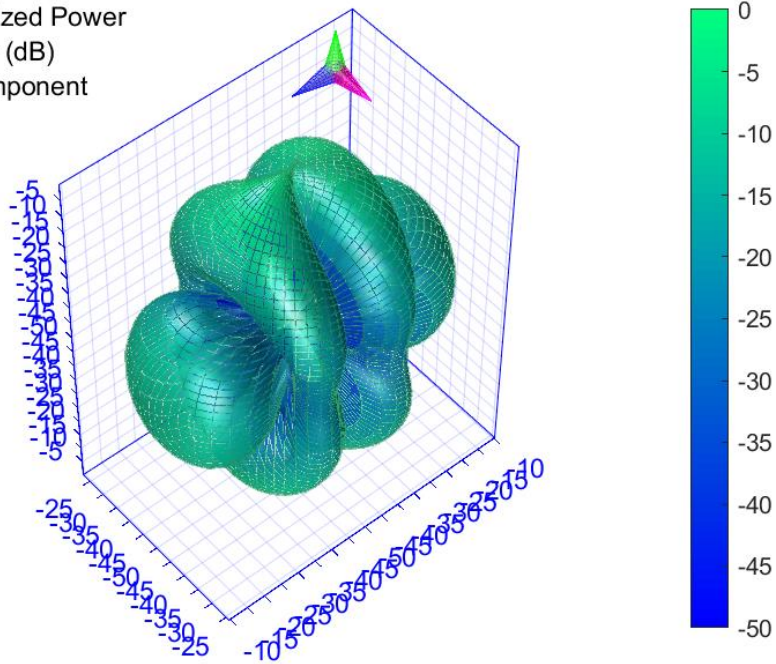
4.1.4. Diagramas 3D:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field

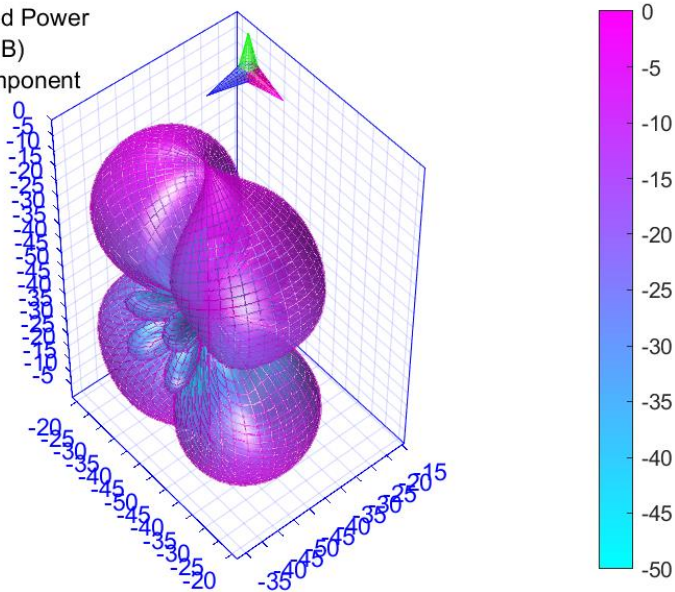




Normalized Power
Density (dB)
Phi-component
Field



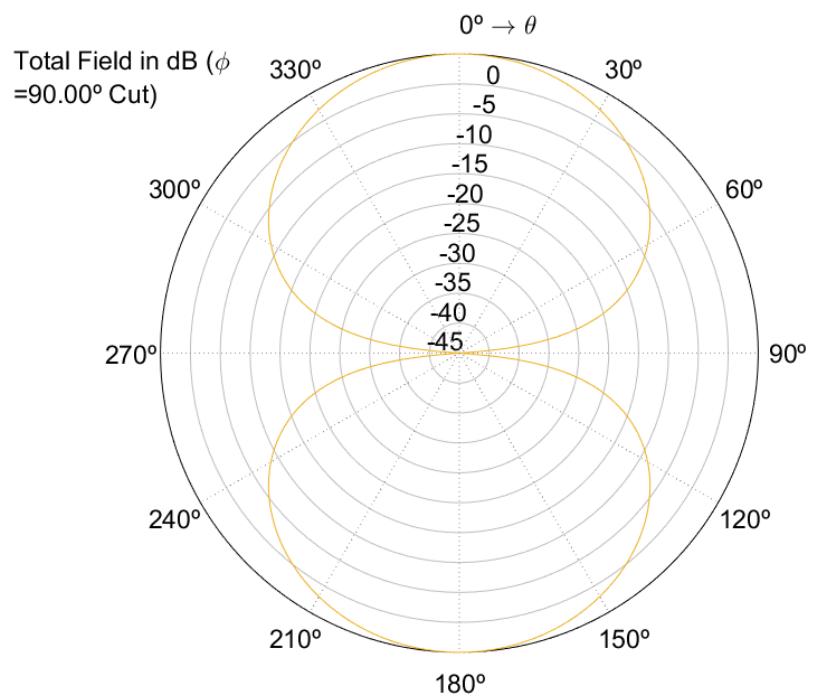
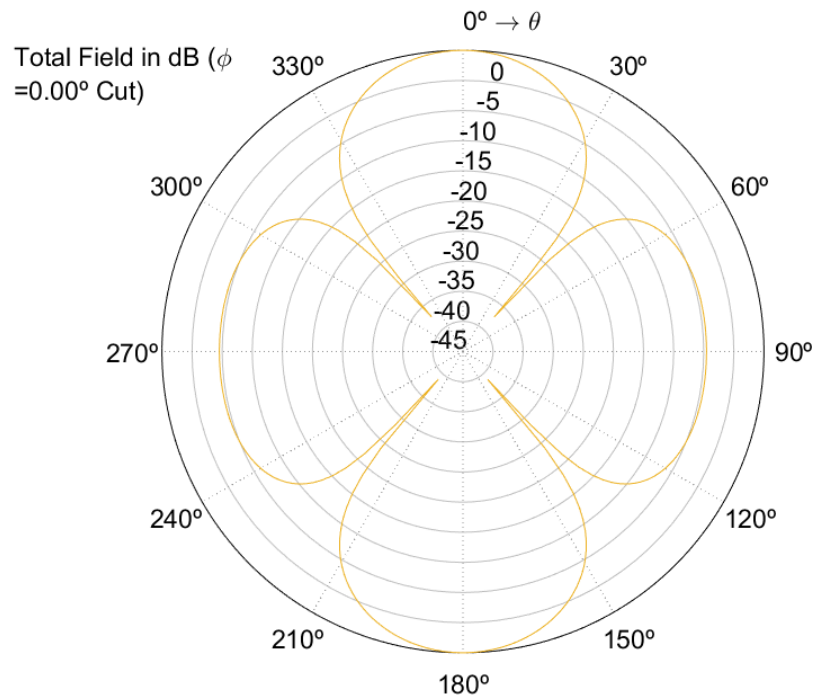
Normalized Power
Density (dB)
Theta-component
Field



- 4.1.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.1.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.1.7. Número de puntos q y j utilizados ("Theta and Phi Points (3D)": **64**
- 4.1.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\varphi = \text{constante}$): **φ cte**



4.1.9. Diagramas de radiación (cortes):





- 4.1.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,
- 4.1.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),
- 4.1.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,
- 4.1.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\varphi = 0^\circ$	0°	35°	-10	1
Corte $\varphi = 90^\circ$	0°	45°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.
NP = No procede

4.2 3 Dipolos + Plano de tierra

Nota: El código genera las gráficas rotadas 180°, los resultados e interpretaciones no varían en absoluto.

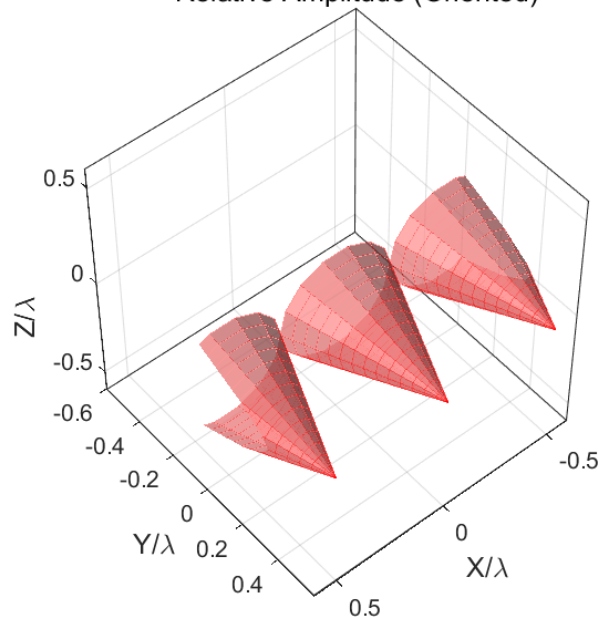
- 4.2.1. Geometría de la agrupación,
- 4.2.2. Corrientes de la agrupación:

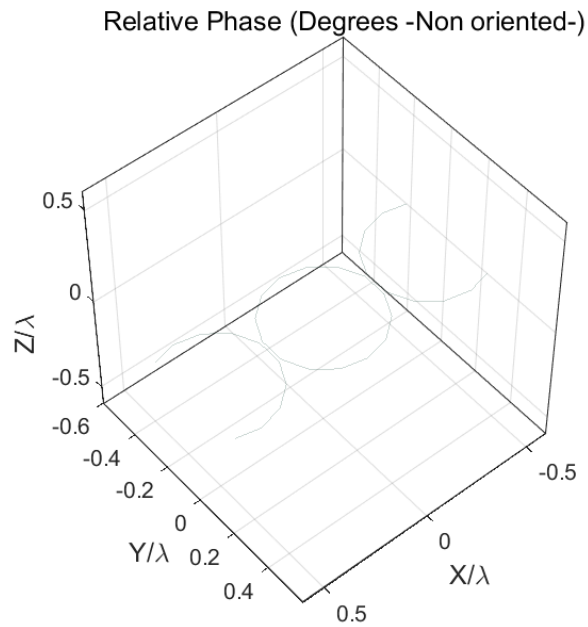
	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Dipolo 1	-0.5, 0, 0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 2	0,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 3	0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0

Plano de tierra en x-y

4.2.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:

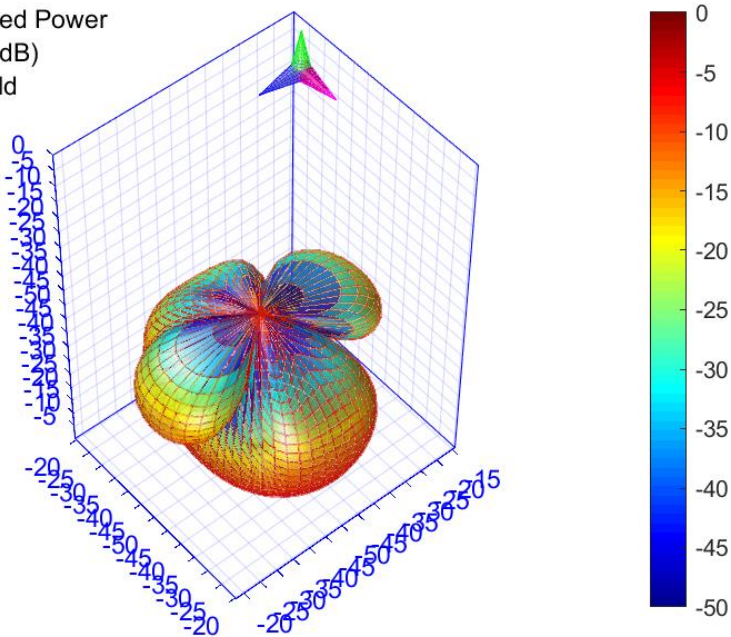
Relative Amplitude (Oriented)





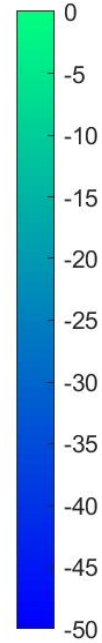
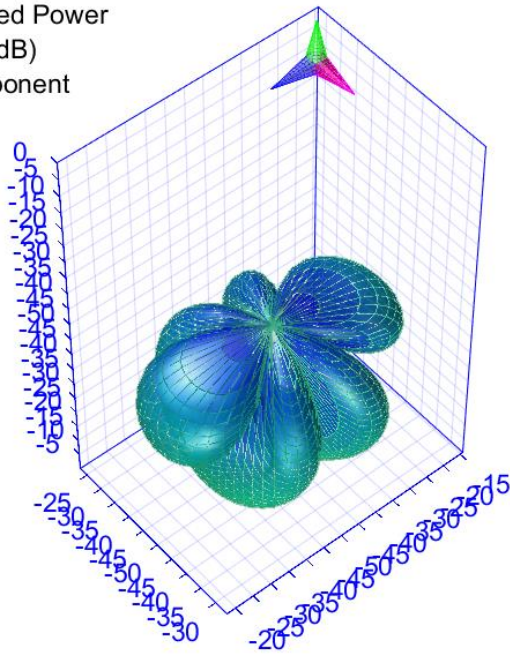
4.2.4. Diagramas 3D:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field

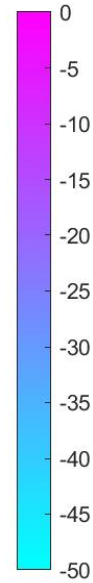
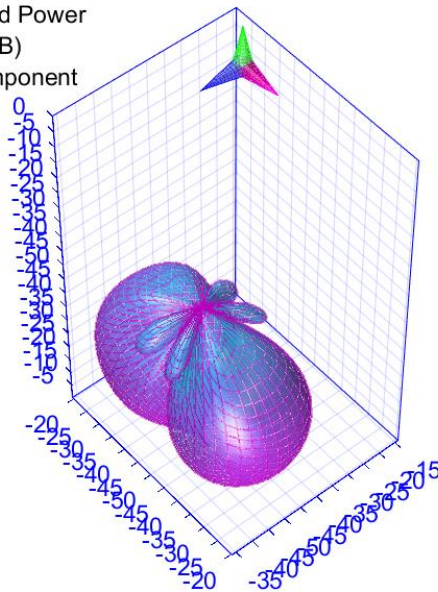




Normalized Power
Density (dB)
Phi-component
Field



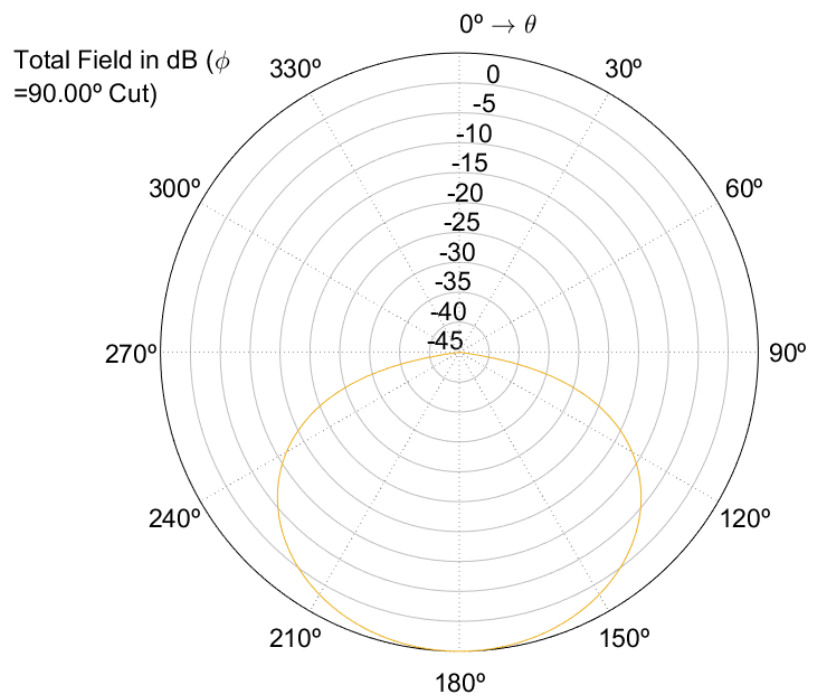
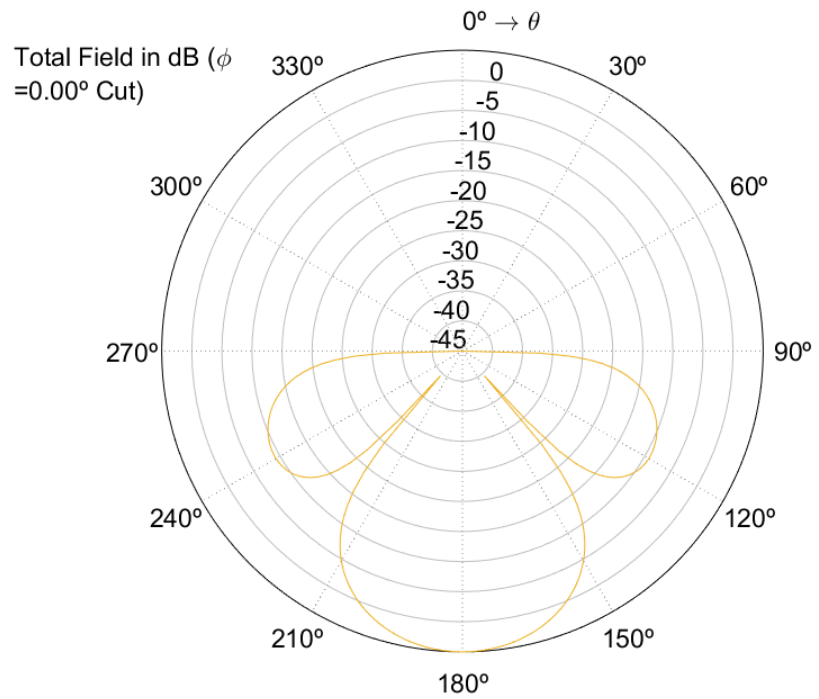
Normalized Power
Density (dB)
Theta-component
Field



- 4.2.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.2.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.2.7. Número de puntos q y j utilizados ("Theta and Phi Points (3D)"): **64**
- 4.2.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\varphi = \text{constante}$): **φ cte**



4.2.9. Diagramas de radiación (cortes):





- 4.2.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,
- 4.2.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),
- 4.2.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,
- 4.2.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\varphi = 0^\circ$	180°	40°	-15	1
Corte $\varphi = 90^\circ$	180°	50°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.
NP = No procede

4.2.14. Comentarios:

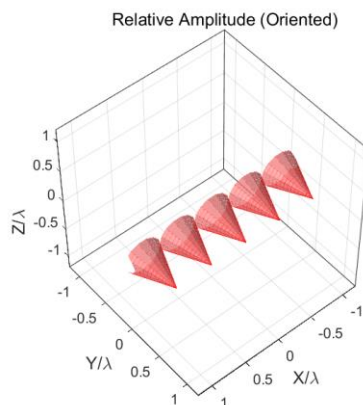
El efecto del plano de tierra es limitar (absorber) la radiación emitida por la antena (Se convierte en una antena con una direccionalidad mas marcada).
En el caso de la intensidad del lóbulo lateral, esta disminuye en unos 5 dB.
Un uso del plano de tierra que se me ocurre, podría ser el de proteger un sistema de retransmisión de ondas, del feedback.

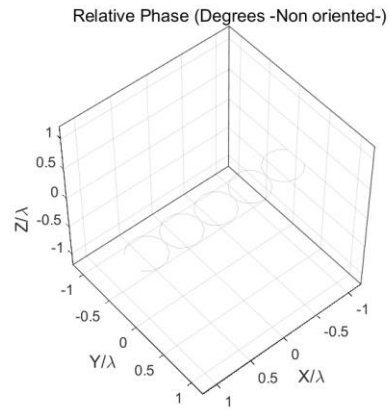
4.3 5 Dipolos

- 4.3.1. Geometría de la agrupación,
- 4.3.2. Corrientes de la agrupación:

	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Dipolo 1	-1, 0, 0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 2	-0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 3	0,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 4	0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 5	1,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0

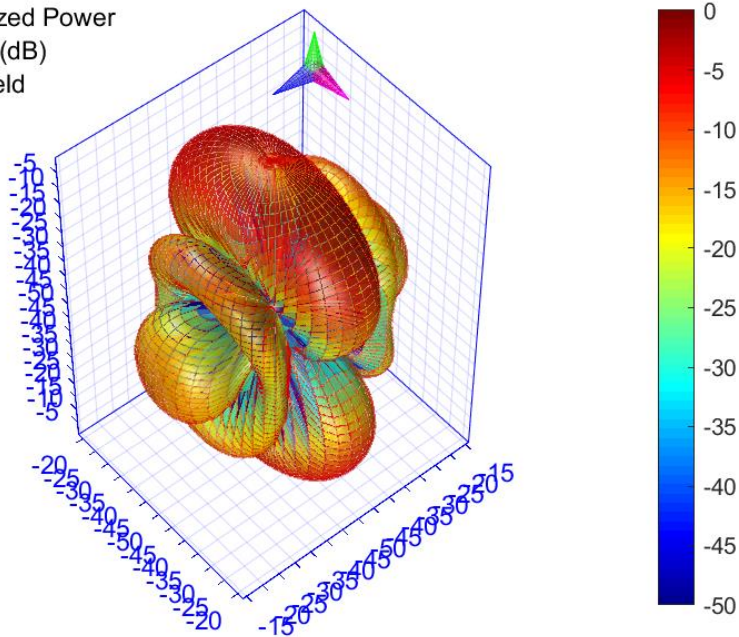
4.3.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:





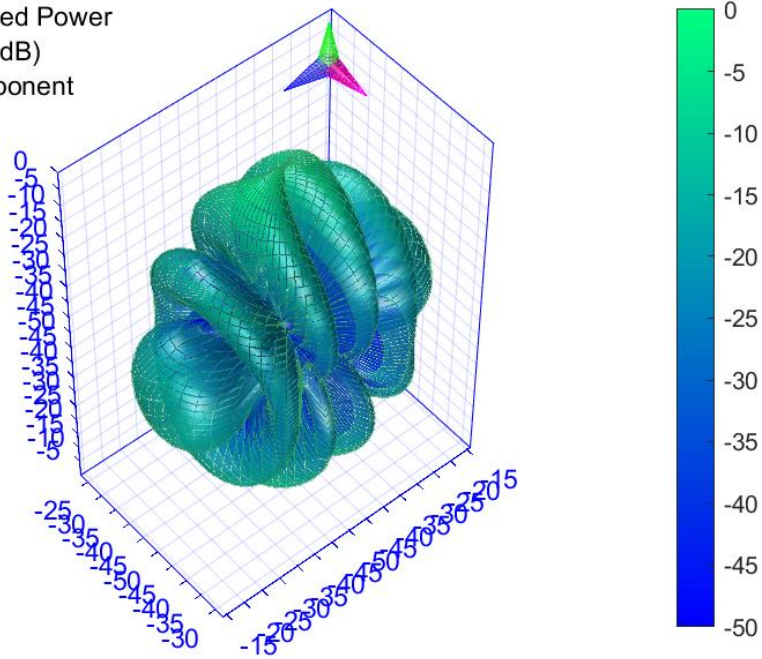
4.3.4. Diagramas 3D:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field

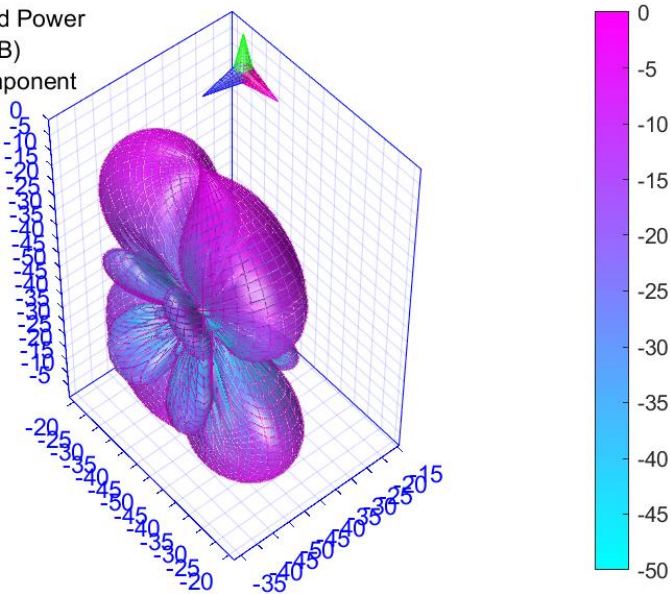




Normalized Power
Density (dB)
Phi-component
Field



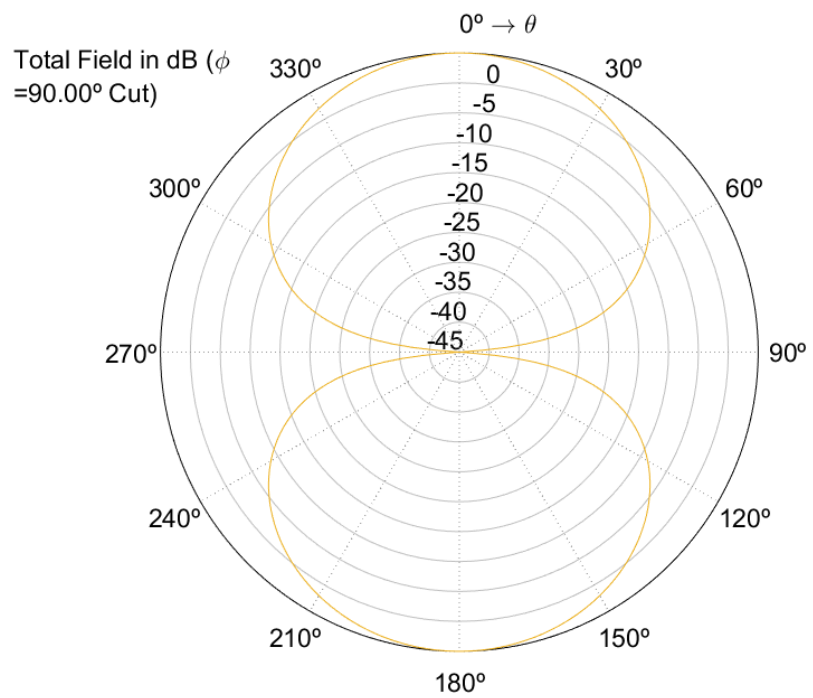
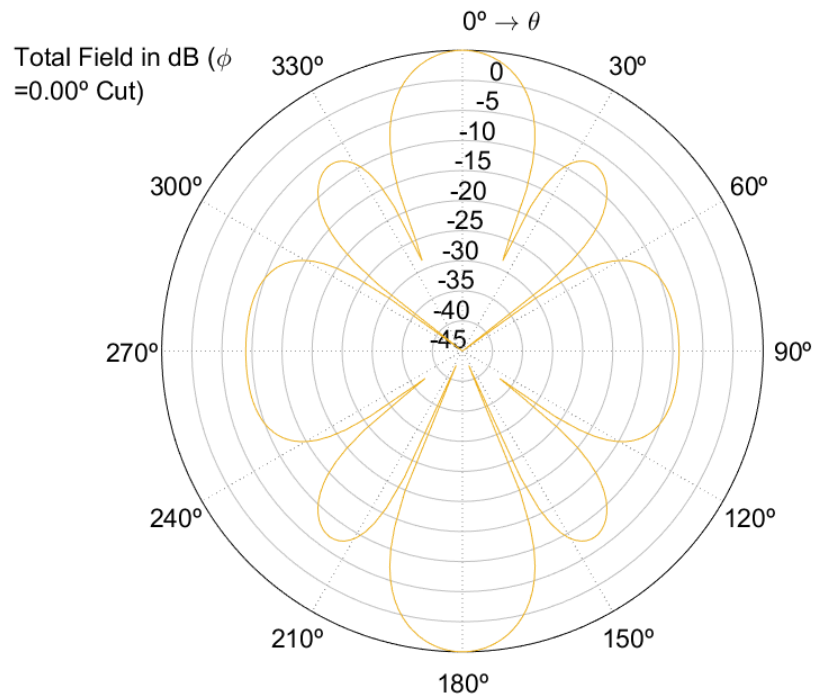
Normalized Power
Density (dB)
Theta-component
Field



- 4.3.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.3.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.3.7. Número de puntos q y j utilizados ("Theta and Phi Points (3D)": **64**
- 4.3.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\varphi = \text{constante}$): **φ cte**



4.3.9. Diagramas de radiación (cortes):





- 4.3.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,
- 4.3.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),
- 4.3.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,
- 4.3.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\varphi = 0^\circ$	0°	10°	-13	2
Corte $\varphi = 90^\circ$	0°	40°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.
NP = No procede

4.3.14. Comentarios:

Añadir dipolos en este caso ha generado nuevos LL, haciendo que emitamos en mas direcciones pero con la energía mas repartida, con lo que obtenemos un menor ancho de haz a -3 dB.

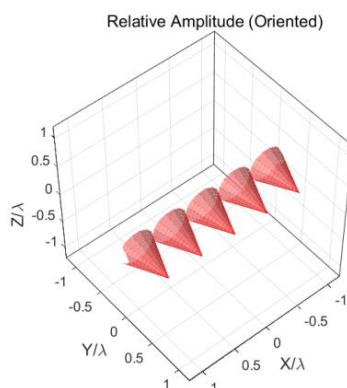
4.4 5 Dipolos + Plano de tierra

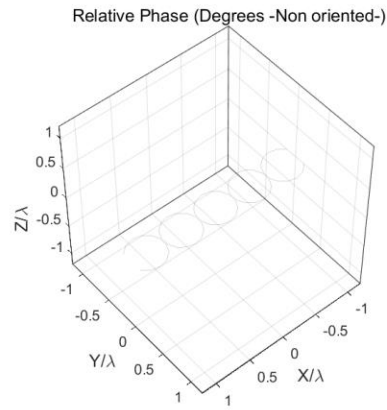
Nota: El código genera las gráficas rotadas 180°, los resultados e interpretaciones no varían en absoluto.

- 4.4.1. Geometría de la agrupación,
- 4.4.2. Corrientes de la agrupación:

	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Dipolo 1	-1, 0, 0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 2	-0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 3	0,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 4	0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 5	1,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Plano de tierra en x-y					

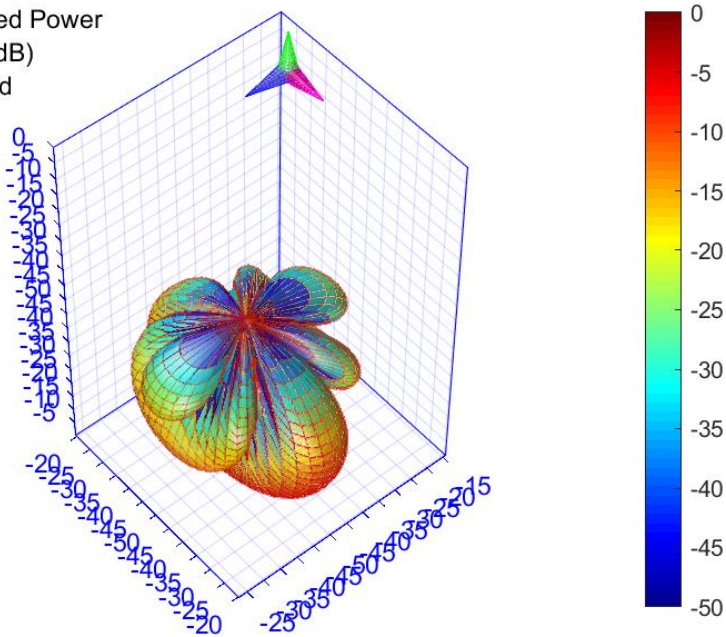
4.4.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:





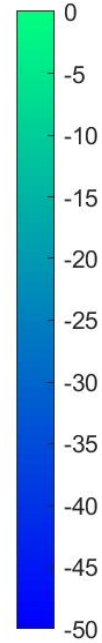
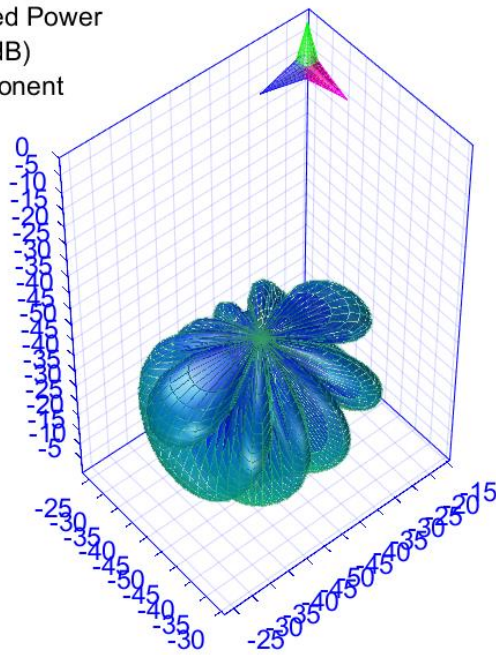
4.4.4. Diagramas 3D:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field

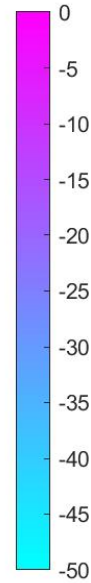
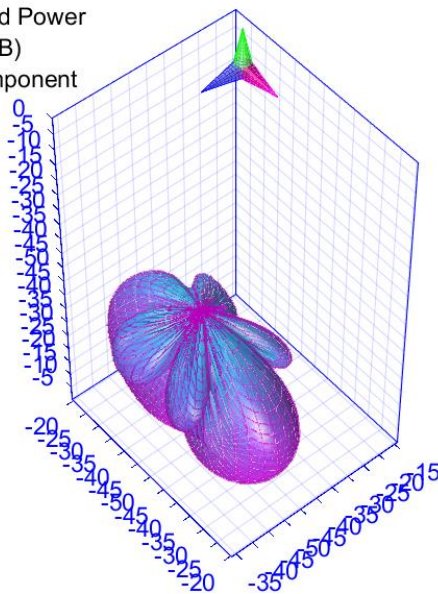




Normalized Power
Density (dB)
Phi-component
Field



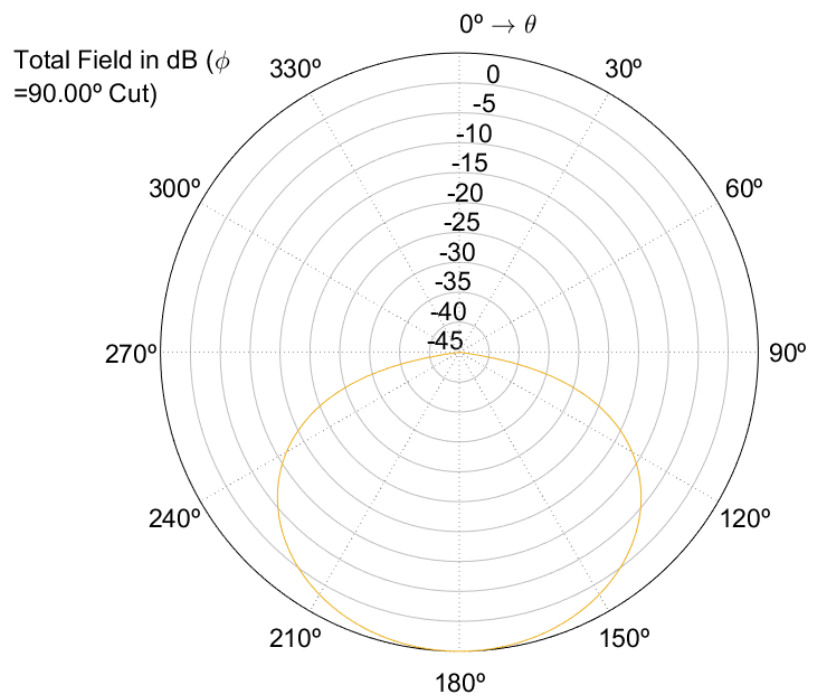
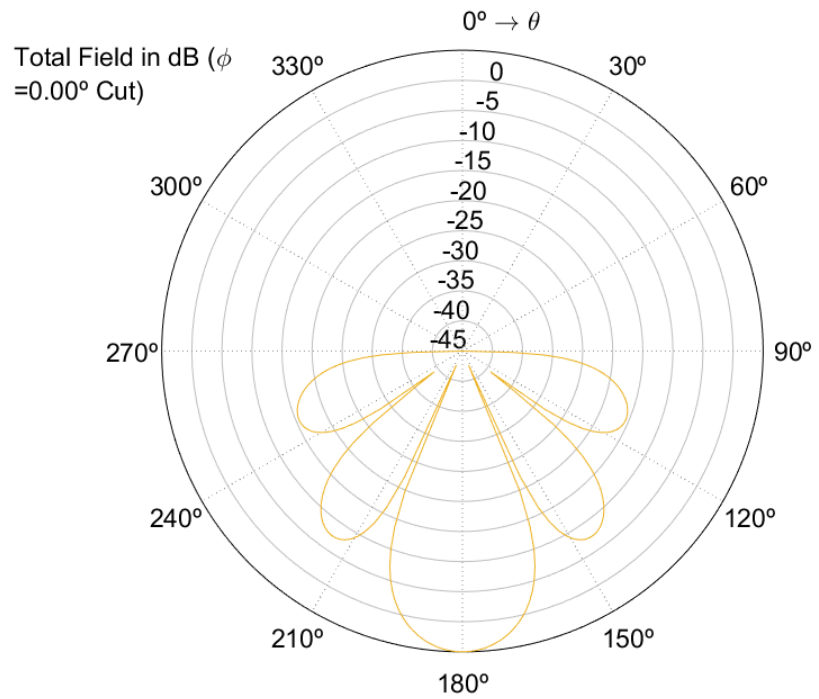
Normalized Power
Density (dB)
Theta-component
Field



- 4.4.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.4.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.4.7. Número de puntos q y j utilizados ("Theta and Phi Points (3D)": **64**
- 4.4.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\varphi = \text{constante}$): **φ cte**



4.4.9. Diagramas de radiación (cortes):





- 4.4.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,
- 4.4.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),
- 4.4.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,
- 4.4.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\varphi = 0^\circ$	180°	20°	-12	2
Corte $\varphi = 90^\circ$	180°	40°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.
NP = No procede

4.4.14. Comentarios:

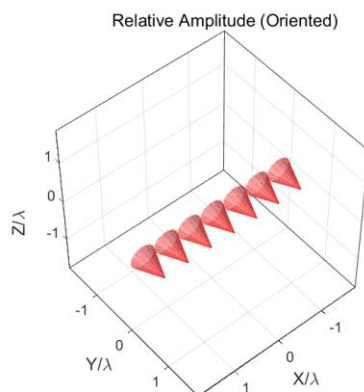
Se aprecia la combinación de los efectos descritos en los puntos 4.2.14. y 4.3.14.

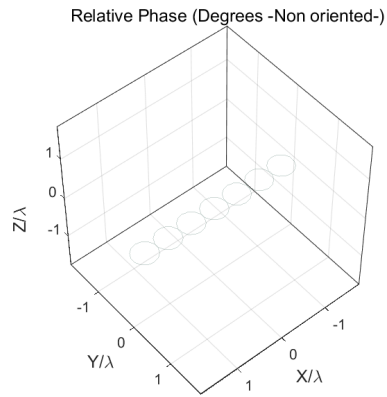
4.5 7 Dipolos

- 4.5.1. Geometría de la agrupación,
- 4.5.2. Corrientes de la agrupación:

	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Dipolo 1	-1.5, 0, 0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 2	-1,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 3	-0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 4	0,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 5	0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 6	1,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 7	1.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0

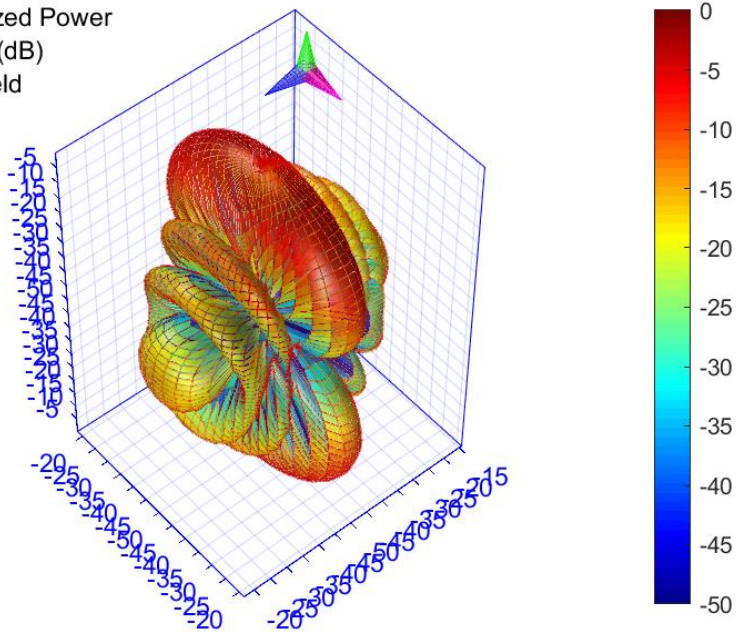
4.5.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:





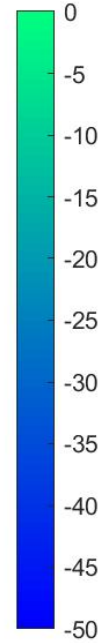
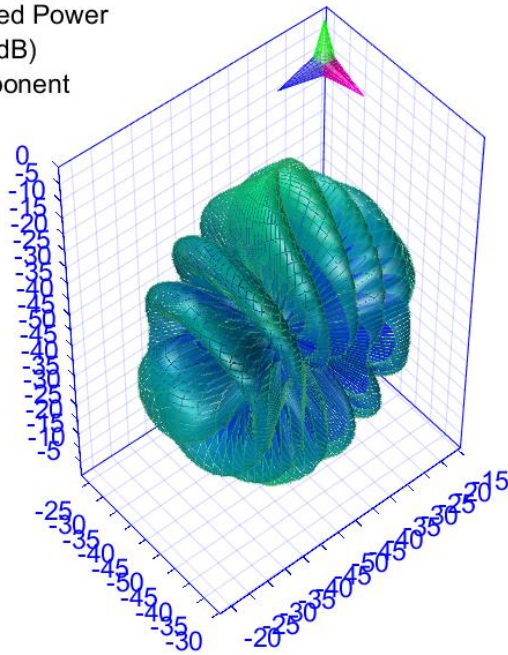
4.5.4. Diagramas 3D:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field

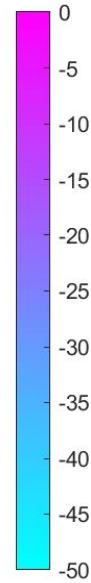
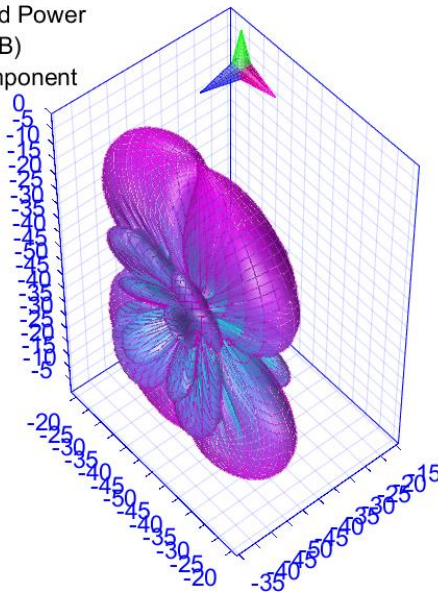




Normalized Power
Density (dB)
Phi-component
Field



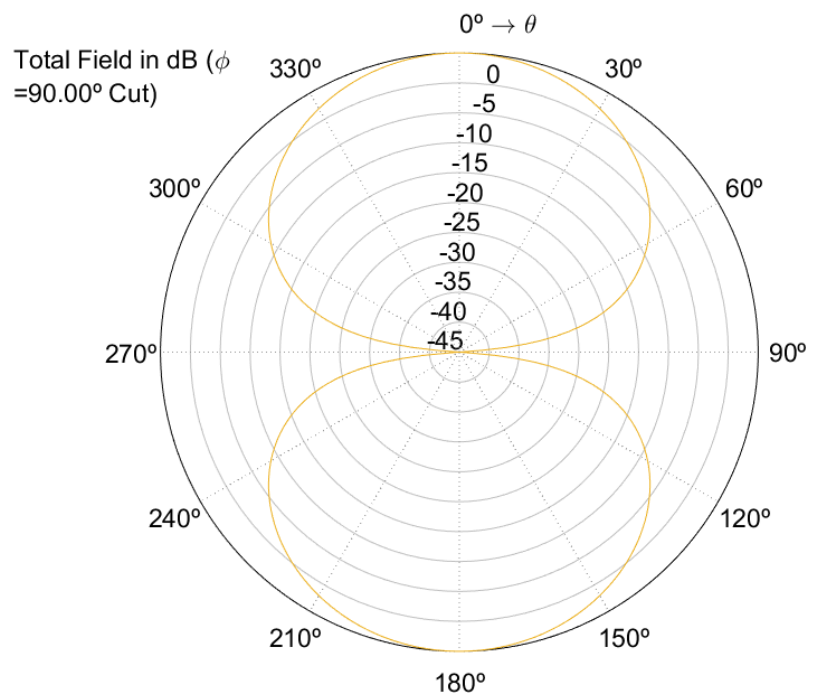
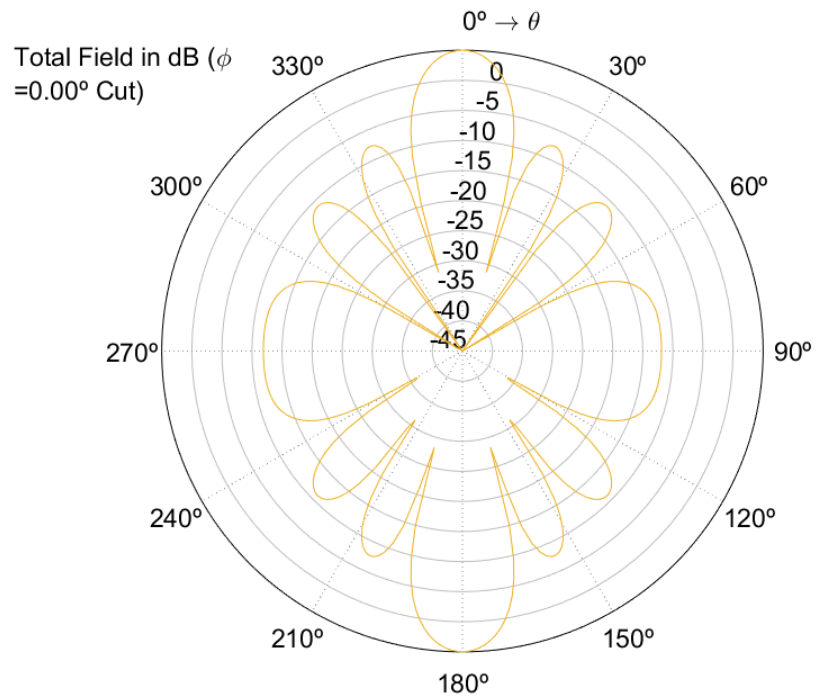
Normalized Power
Density (dB)
Theta-component
Field



- 4.5.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.5.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.5.7. Número de puntos q y j utilizados ("Theta and Phi Points (3D)"): **64**
- 4.5.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\varphi = \text{constante}$): **φ cte**



4.5.9. Diagramas de radiación (cortes):





- 4.5.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,
- 4.5.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),
- 4.5.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,
- 4.5.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\varphi = 0^\circ$	0°	15°	-13	3
Corte $\varphi = 90^\circ$	0°	50°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.
NP = No procede

4.5.14. Comentarios:

Añadir dipolos en este caso ha generado nuevos LL, haciendo que emitamos en mas direcciones pero con la energía mas repartida, con lo que obtenemos un menor ancho de haz a -3 dB.

4.6 7 Dipolos + Plano de tierra

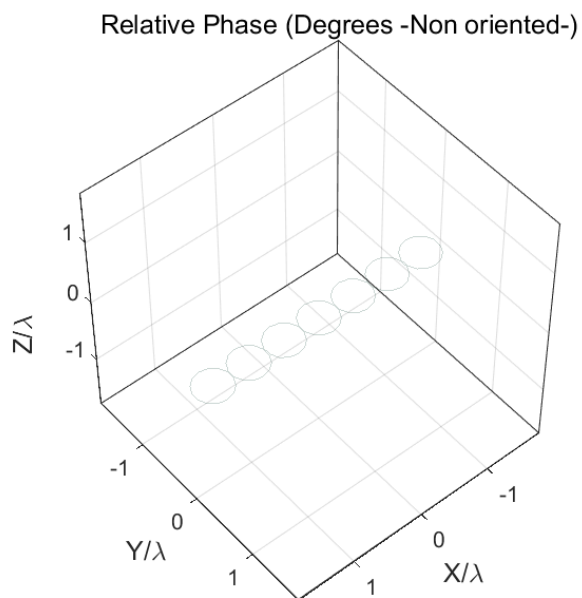
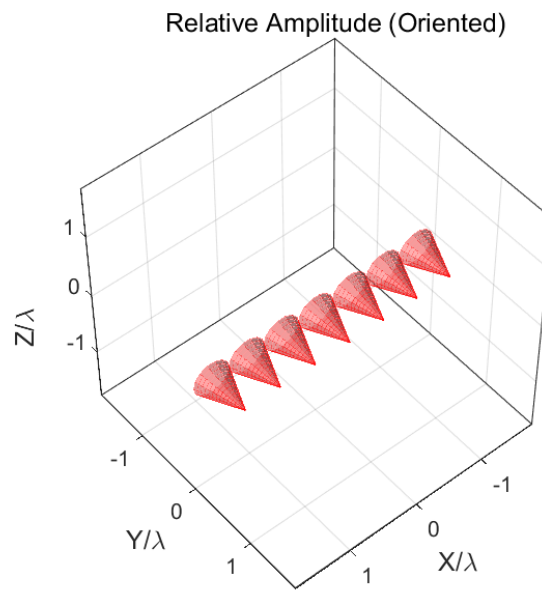
Nota: El código genera las gráficas rotadas 180°, los resultados e interpretaciones no varían en absoluto.

- 4.6.1. Geometría de la agrupación,
- 4.6.2. Corrientes de la agrupación:

	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Dipolo 1	-1.5, 0, 0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 2	-1,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 3	-0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 4	0,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 5	0.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 6	1,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Dipolo 7	1.5,0,0	0,90,90	90,90,180	1	0
Plano de tierra en x-y					

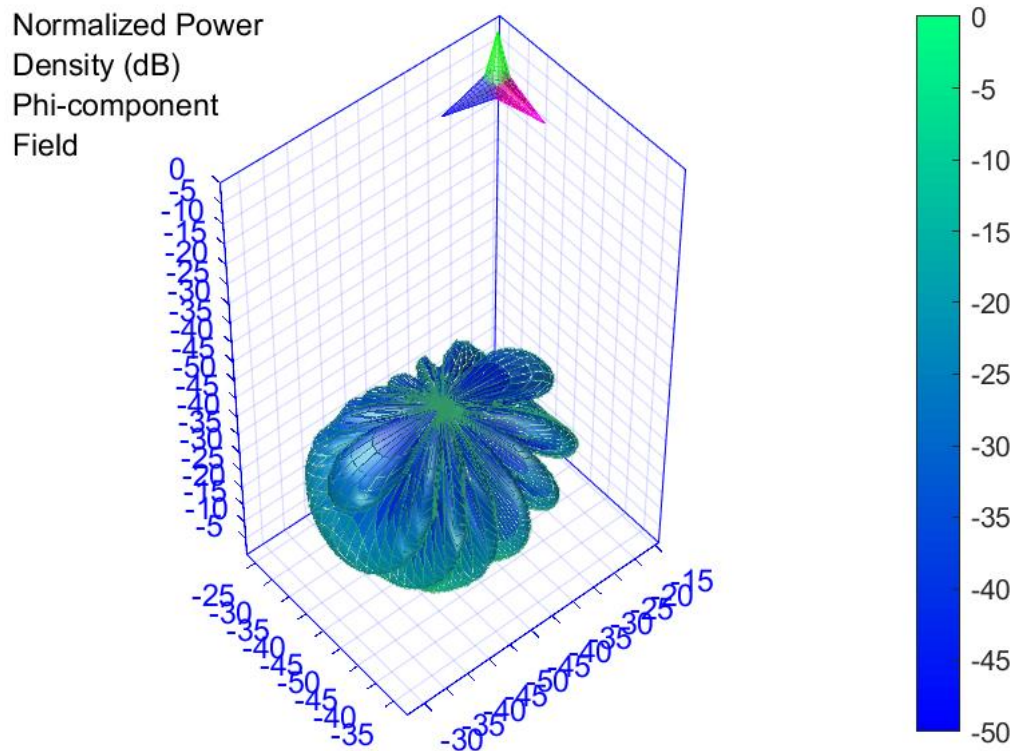
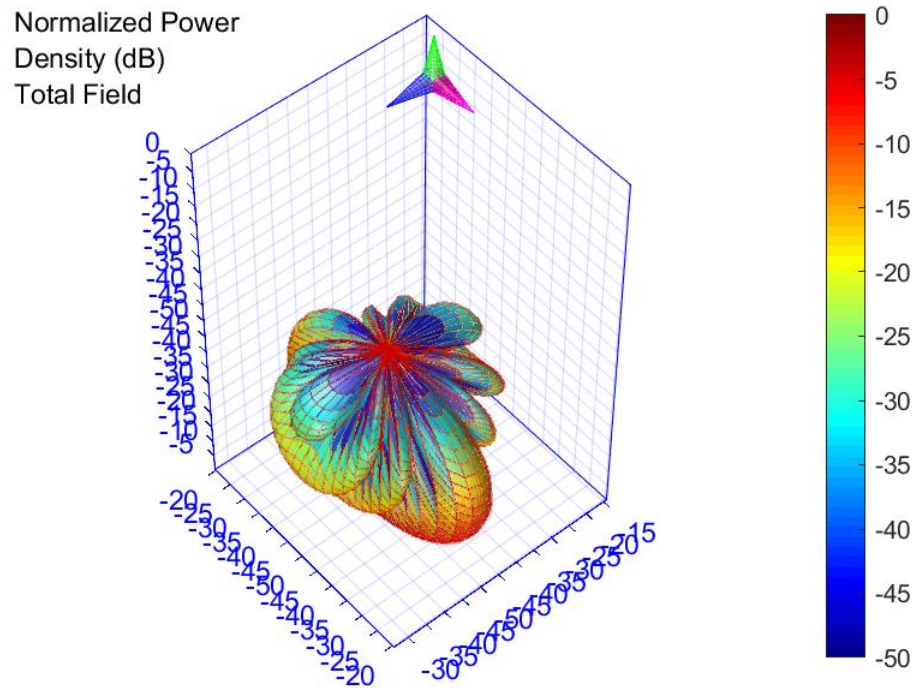


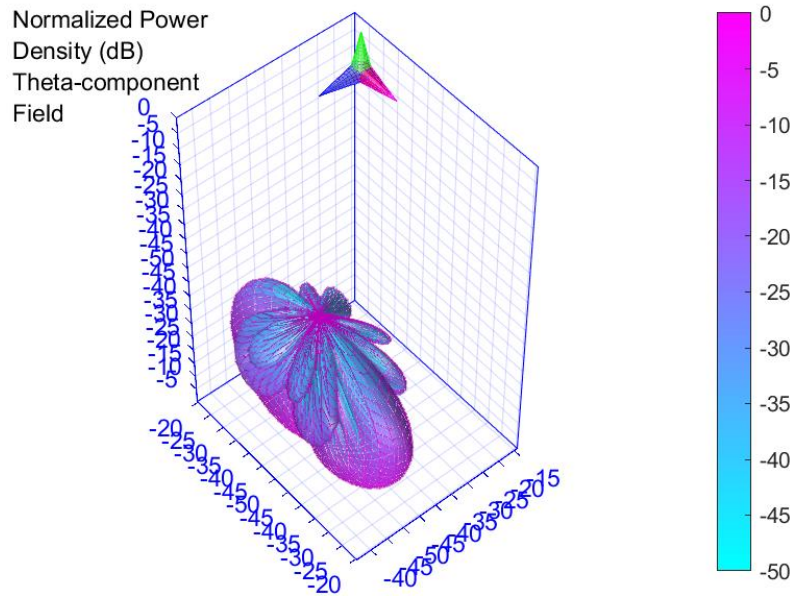
4.6.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:



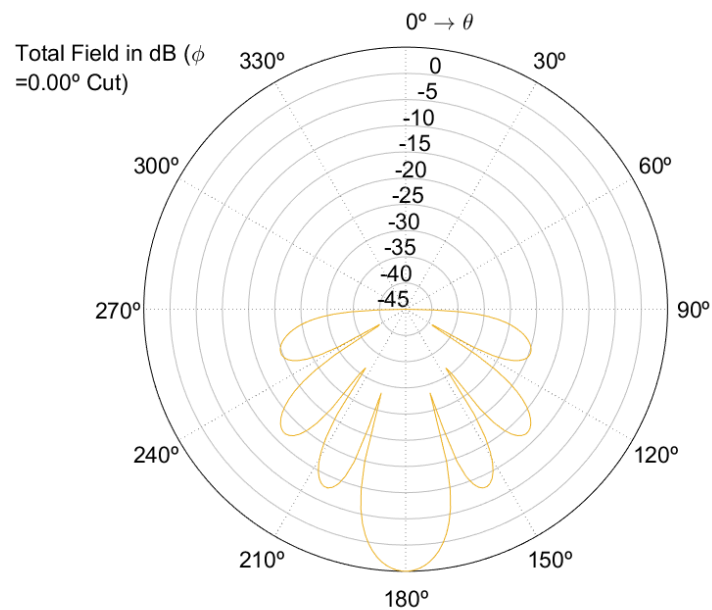


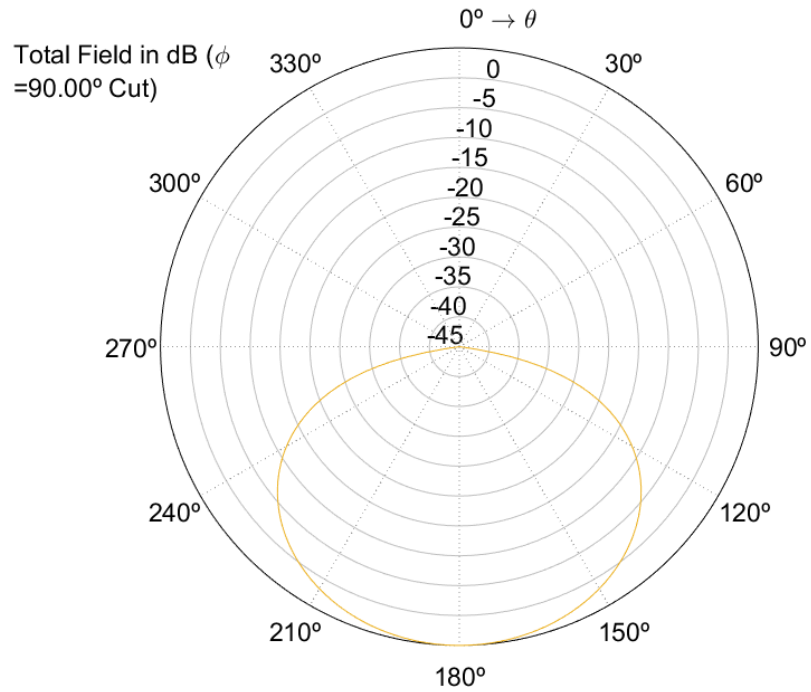
4.6.4. Diagramas 3D:





- 4.6.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.6.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.6.7. Número de puntos ϕ y θ utilizados ("Theta and Phi Points (3D)": **64**
- 4.6.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\phi = \text{constante}$): **ϕ cte**
- 4.6.9. Diagramas de radiación (cortes):





- 4.6.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,
 4.6.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),
 4.6.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,
 4.6.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\phi = 0^\circ$	180°	10°	-12	3
Corte $\phi = 90^\circ$	180°	50°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.
 NP = No procede

4.6.14. Comentarios:

Se aprecia la combinación de los efectos descritos en los puntos 4.2.14. y 4.3.14.



4.7. Efectos asociados al número de elementos y al plano de tierra:

De manera experimental hemos observado los efectos producidos por ambos elementos,

El plano de tierra:

Limita la radiación a lo largo del mismo, absorbiendo (de ahí el nombre “de tierra”) la emisión. A mayores, un efecto interesante y que casi no percibo en la primera versión de este documento, es que *si un lóbulo lateral corta al eje del plano, este disminuirá su nivel máximo* al ser absorbida parte de su radiación. Por eso el nivel máximo del LL solo varía en el ejemplo con 3 dipolos.

El nº de elementos:

Generan lóbulos laterales extra en un corte $\phi = 0^\circ$, a razón de uno a uno (sin contar simetría) entre los que distribuyen la intensidad de la señal, en el caso de $\theta = 0^\circ$ apenas alteran la distribución de radiación.

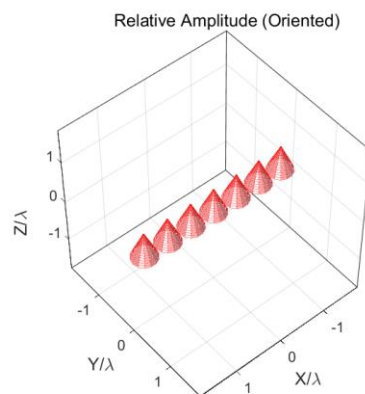
4.8 7 Parches

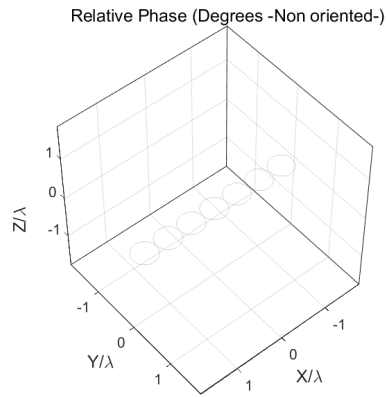
4.8.1. Geometría de la agrupación,

4.8.2. Corrientes de la agrupación:

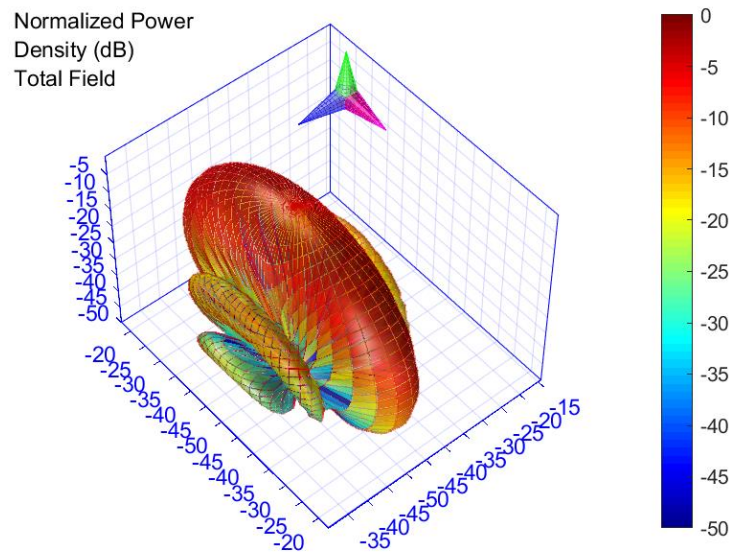
	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Parche 1	-1.5, 0, 0	0,0,90	90,0,90	1	0
Parche 2	-1,0,0	0,0,90	90,0,90	1	0
Parche 3	-0.5,0,0	0,0,90	90,0,90	1	0
Parche 4	0,0,0	0,0,90	90,0,90	1	0
Parche 5	0.5,0,0	0,0,90	90,0,90	1	0
Parche 6	1,0,0	0,0,90	90,0,90	1	0
Parche 7	1.5,0,0	0,0,90	90,0,90	1	0

4.8.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:



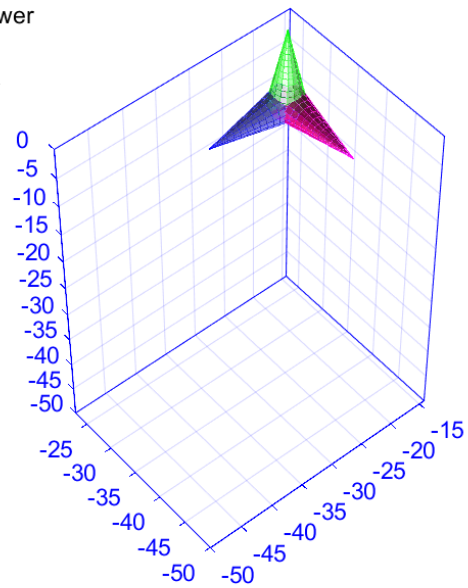


4.8.4. Diagramas 3D:

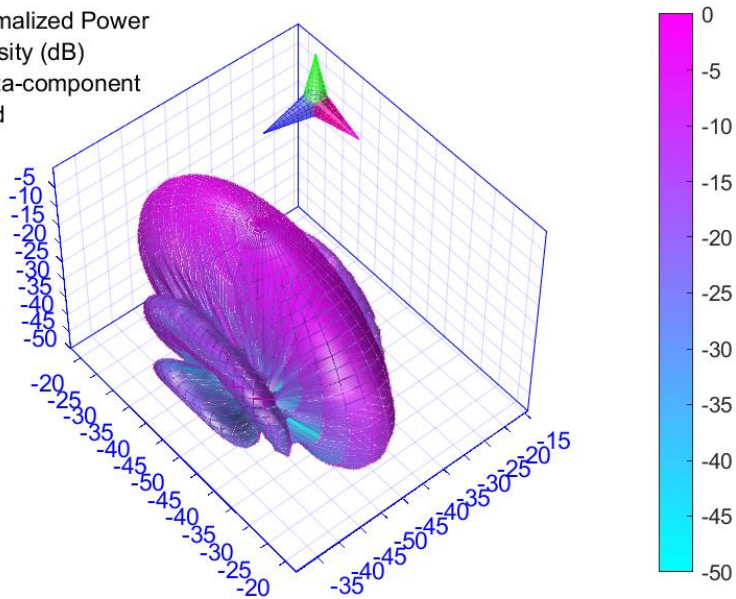




Normalized Power
Density (dB)
Phi-component
Field



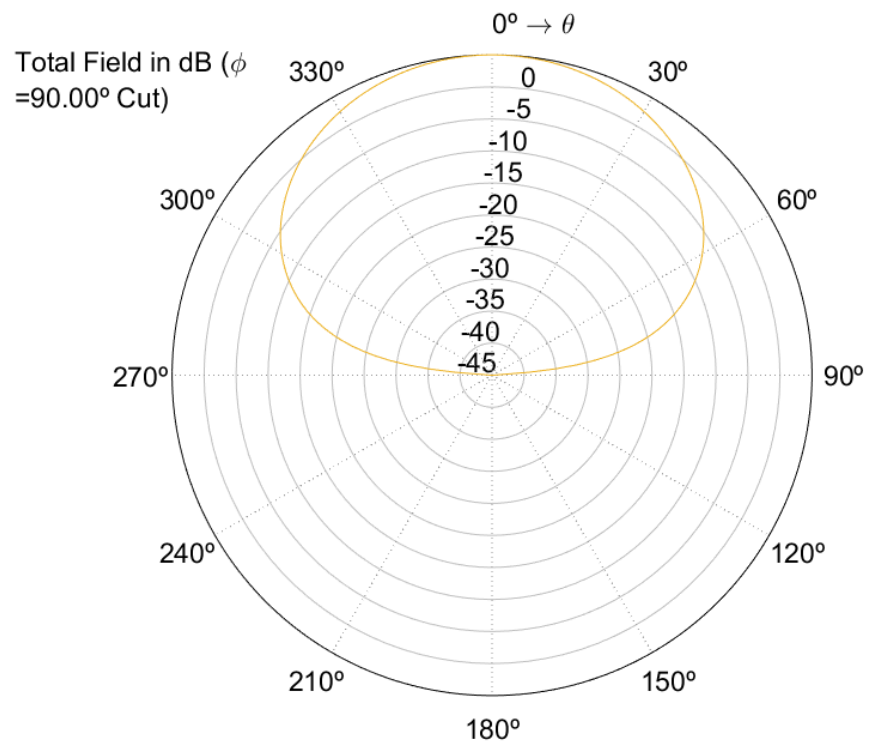
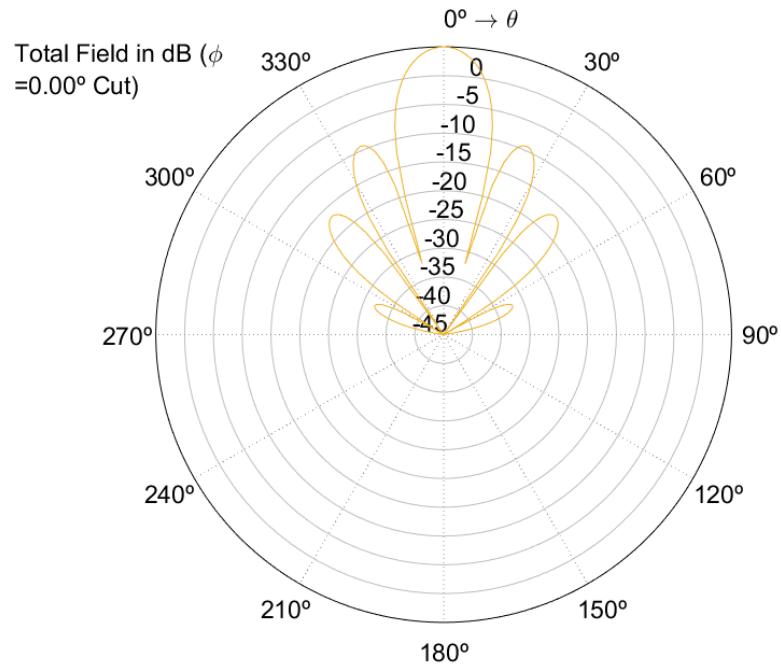
Normalized Power
Density (dB)
Theta-component
Field



- 4.8.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.8.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.8.7. Número de puntos q y j utilizados ("Theta and Phi Points (3D)"): **64**
- 4.8.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\phi = \text{constante}$): **ϕ cte**



4.8.9. Diagramas de radiación (cortes):





4.8.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,

4.8.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),

4.8.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,

4.8.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\phi = 0^\circ$	0°	10°	-14	3
Corte $\phi = 90^\circ$	0°	65°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.

NP = No procede

4.8.14. Comentarios:

La principal característica de este elemento, es la desaparición del componente phi. Por tanto Theta=Total. Por lo demás, se comporta de manera análoga al dipolo con plano de tierra.

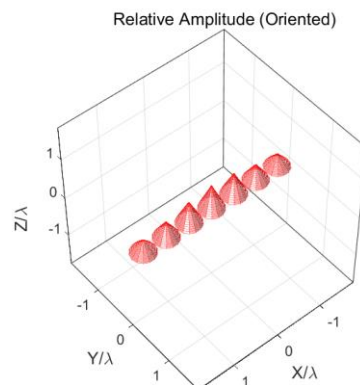
4.9 7 Parches con SLL = -20 dB

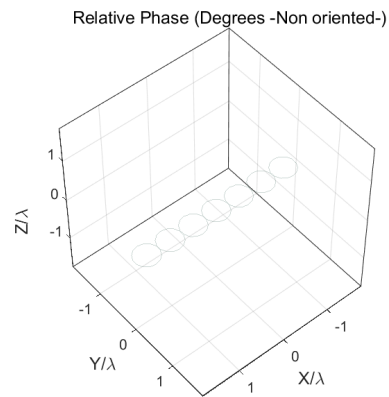
4.9.1. Geometría de la agrupación,

4.9.2. Corrientes de la agrupación:

	Posición (x,y,z)(l)	Xn (axn, gxn, gxn) (°)	Yn (ayn, byn, gyn)(°)	Amp (A)	Fase (°)
Parche 1	-1.5, 0, 0	0,0,90	90,0,90	0.5439	0
Parche 2	-1,0,0	0,0,90	90,0,90	0.6942	0
Parche 3	-0.5,0,0	0,0,90	90,0,90	0.9157	0
Parche 4	0,0,0	0,0,90	90,0,90	1.0000	0
Parche 5	0.5,0,0	0,0,90	90,0,90	0.9157	0
Parche 6	1,0,0	0,0,90	90,0,90	0.6942	0
Parche 7	1.5,0,0	0,0,90	90,0,90	0.5439	0

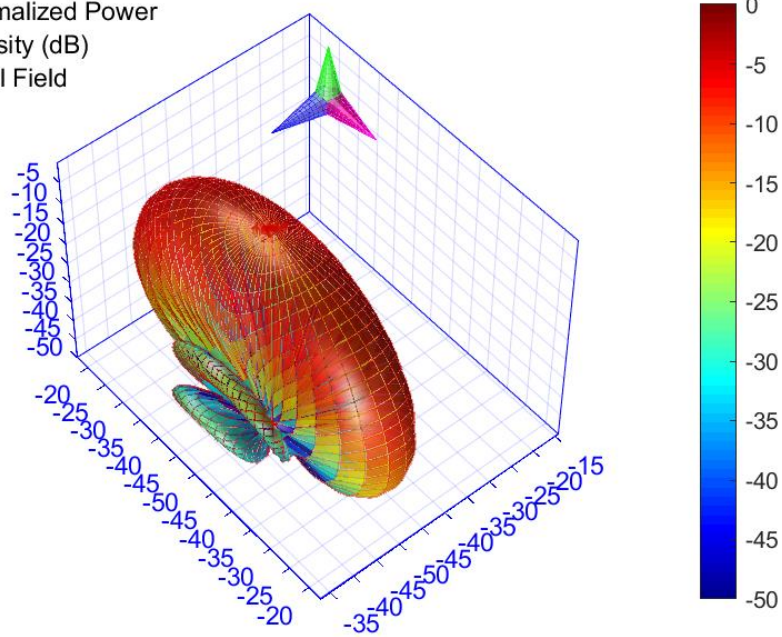
4.9.3. Gráfica de la configuración de la agrupación:





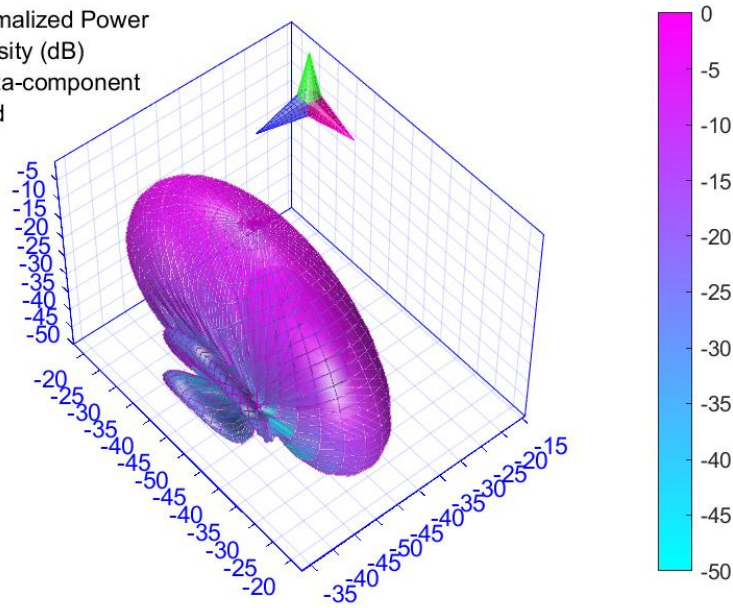
4.9.4. Diagramas 3D:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field

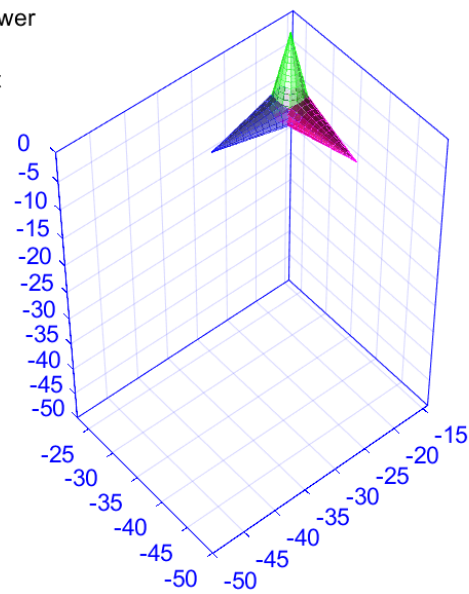




Normalized Power
Density (dB)
Theta-component
Field



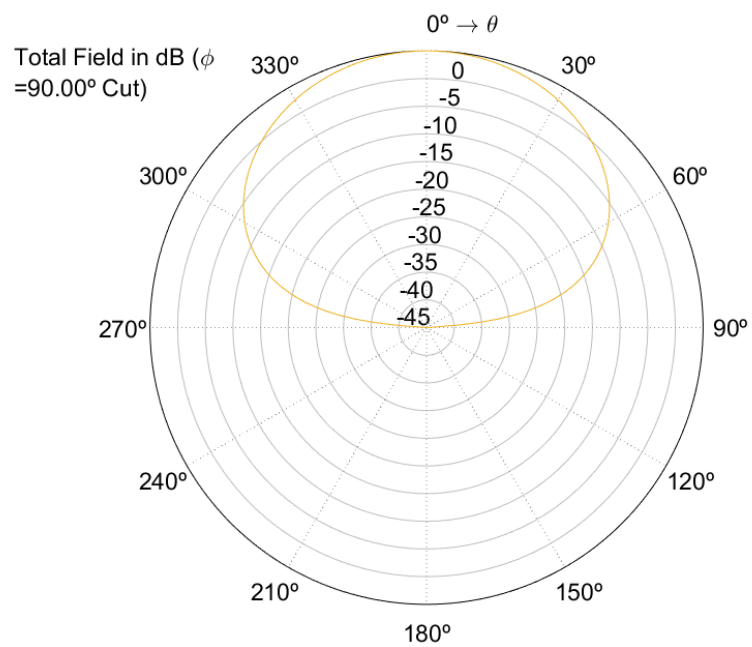
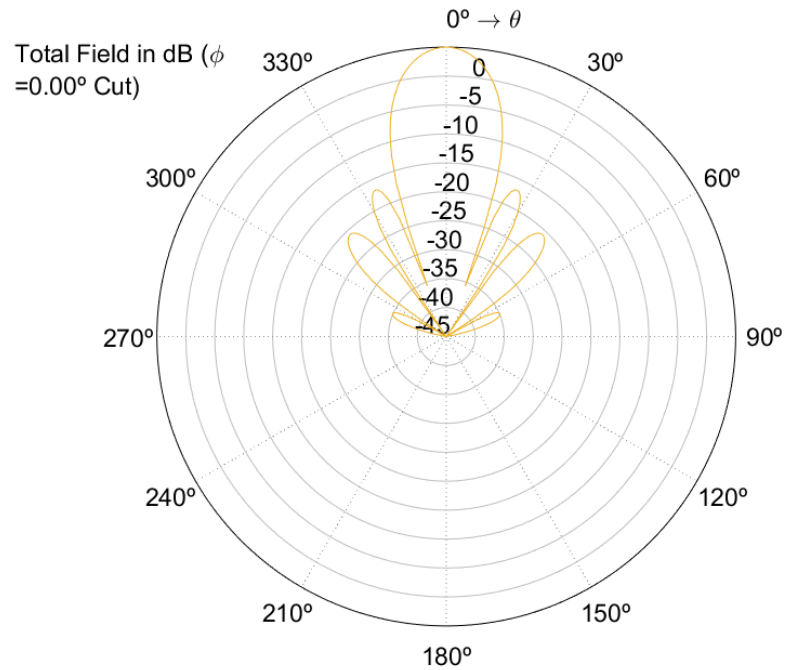
Normalized Power
Density (dB)
Phi-component
Field



- 4.9.5. Valor del nivel mínimo establecido ("Min Level in dB"): **-50 dB**
- 4.9.6. Tipo de ajuste de la gráfica ("Pattern Fitting"): **Packed**
- 4.9.7. Número de puntos q y j utilizados ("Theta and Phi Points (3D)"): **64**
- 4.9.8. Cortes establecidos ($\theta = \text{constante}$ o $\varphi = \text{constante}$): **φ cte**



4.9.9. Diagramas de radiación (cortes):





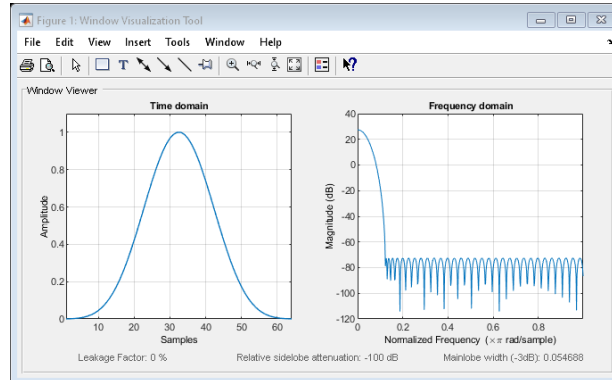
- 4.9.10. Planos/ángulos en los que se produce el máximo de radiación,
 4.9.11. de haz a -3 dB (aproximadamente),
 4.9.12. Nivel máximo de lóbulos laterales,
 4.9.13. Número total de lóbulos laterales:

	Máximo Rad (°)	Anch Haz -3 (°)	Nivel Max. LL (dB)	Núm. LL
Corte $\varphi = 0^\circ$	0°	16°	-22	3
Corte $\varphi = 90^\circ$	0°	66°	NP	0

Notas: Estamos evitando las simetrías aunque en las figuras si aparezcan.
 NP = No procede

4.9.14. Comentarios:

4.9.15. En este caso estamos ante una ventana de Chebyshev



Esta función trata de atenuar los lóbulos laterales hasta un máximo de decibelios especificado por nosotros. Con lo que la intensidad de la señal se agrupará en el lóbulo principal (mayor haz -3 dB).

5. Comparativa de resultados

Hacemos sumario aquí de los puntos 4.7 y 4.13-14.

A lo largo de la práctica hemos jugado con 4 parámetros principalmente:

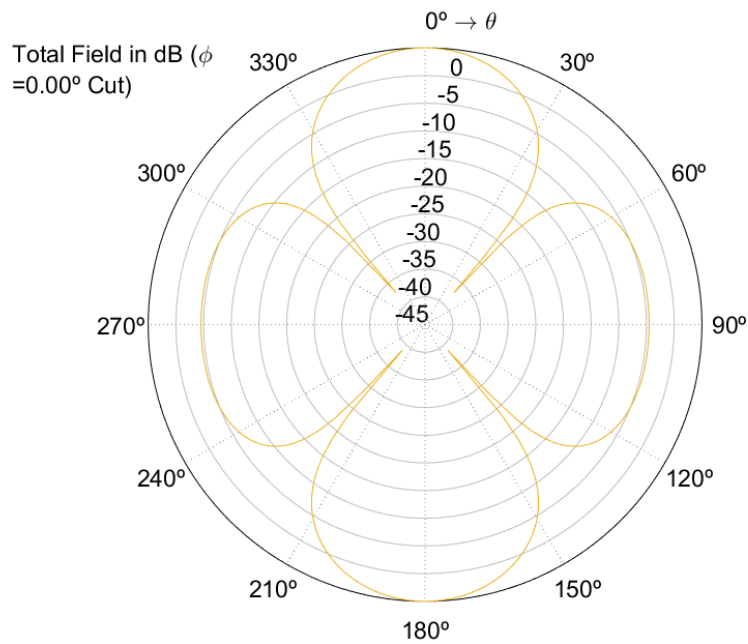
1. El número de elementos
2. La presencia o ausencia del plano de tierra (PT)
3. El tipo de elemento
4. La amplitud de la intensidad



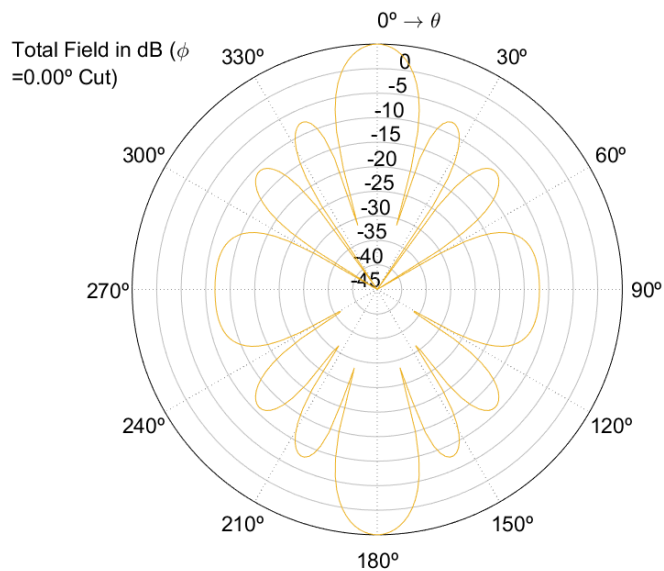
Visualicemos ahora sus efectos en los casos mas opuestos que podamos.
(Gráfica 2D de potencia con corte en $\phi=0^\circ$)

5.1 Número de elementos:

3 elementos



7 elementos



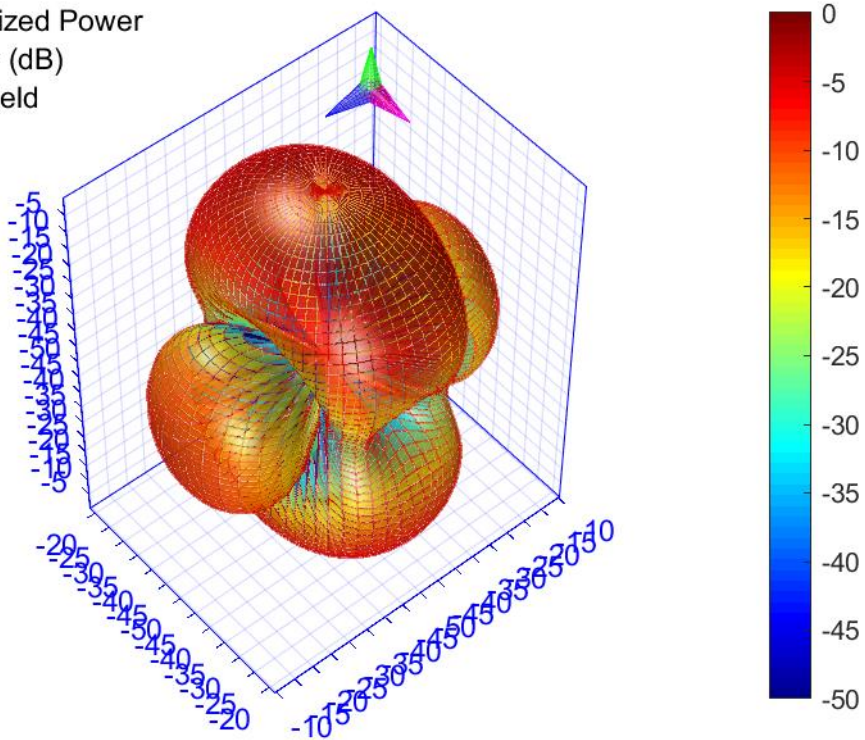
Observamos que se generan nuevos lóbulos y que el ancho de haz -3 disminuye, así como la intensidad máxima de los LL.



5.2. Plano de tierra

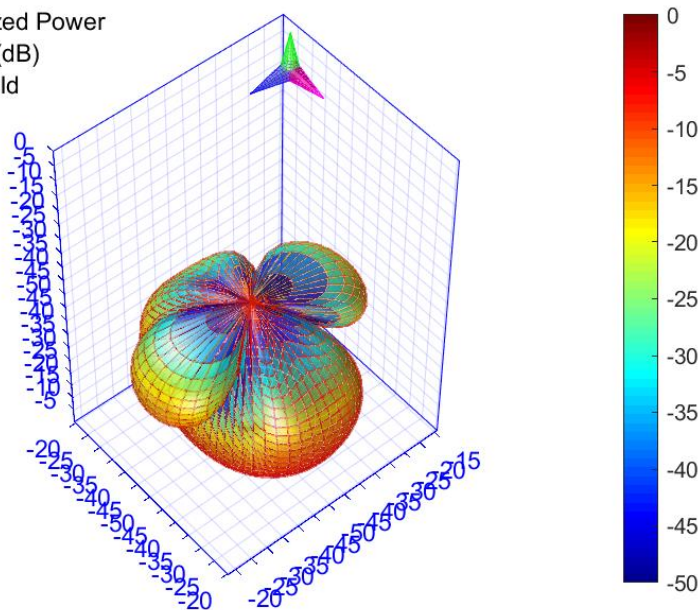
Sin plano de tierra

Normalized Power
Density (dB)
Total Field



Con plano de tierra

Normalized Power
Density (dB)
Total Field



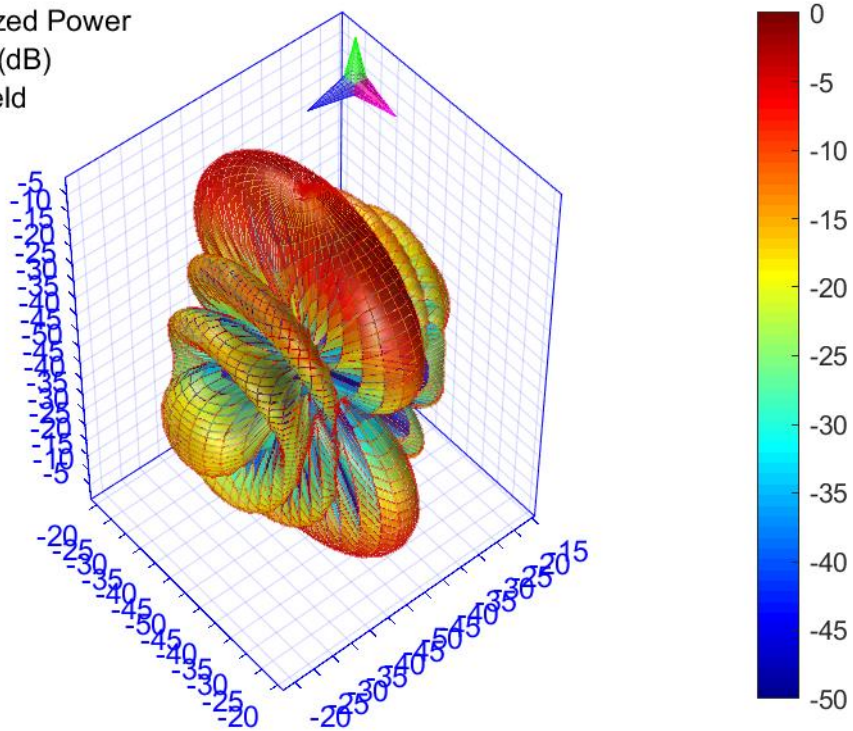
Se observa que eliminamos la mitad de la emisión de potencia.



5.3. Tipo de elemento:

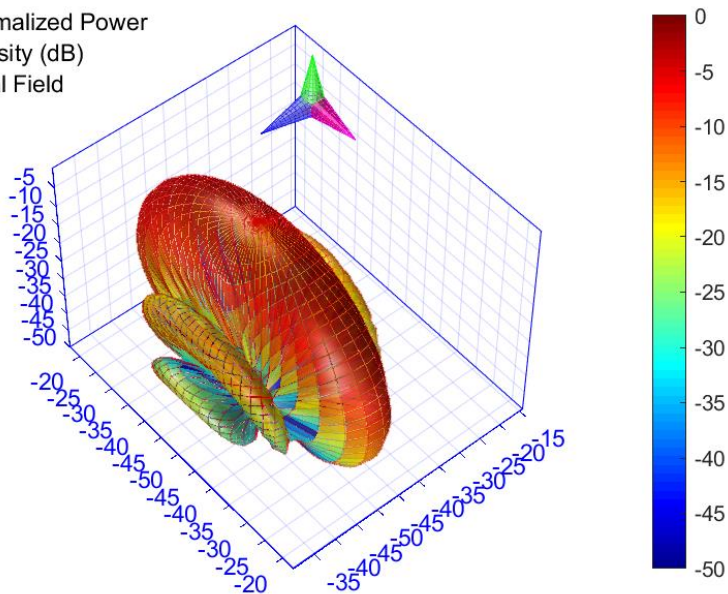
7 Dipolos:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field



7 Parches:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field



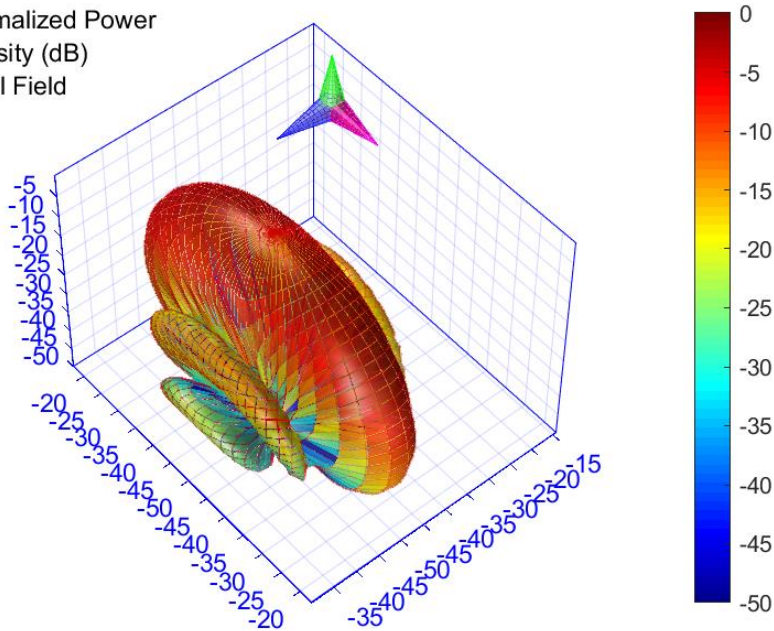
Los parches resultan mas directivos que los dipolos en su naturaleza y no cuentan con componente phi.



5.4. Amplitud de la intensidad:

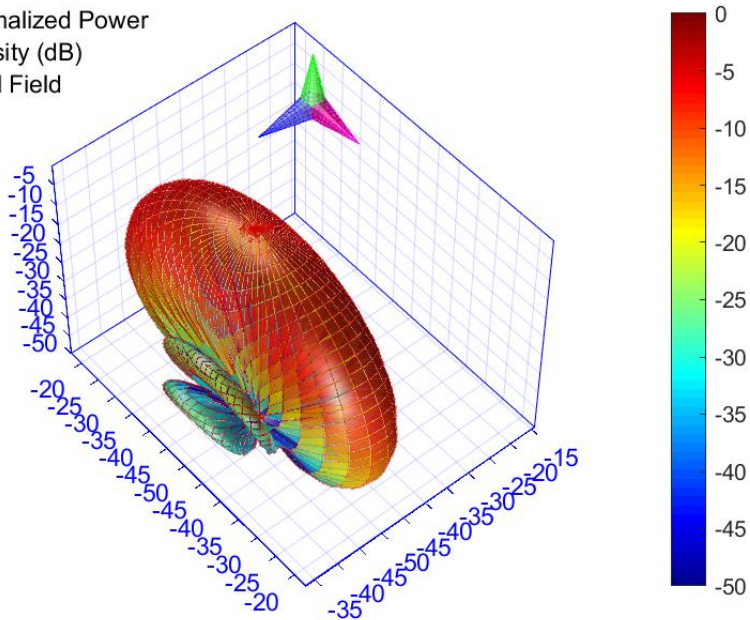
Amplitud 1A

Normalized Power
Density (dB)
Total Field



Amplitudes de Chebyshev:

Normalized Power
Density (dB)
Total Field



La diferencia en las amplitudes modifica la potencia de cada uno de los lóbulos. El motivo de que la potencia del lóbulo principal no varíe es que su amplitud sigue igual.



5. Campo libre

Esta práctica ha resultado casi tóxica para la mayoría de los compañeros con los que he hablado. En mi caso, ha supuesto aproximadamente 20 horas de dedicación. Por el simple hecho de que la repetición induce al error. Para haber adquirido competencias escasas y cierta aversión a la asignatura.

El sistema de capturas NO FUNCIONA. Es tedioso, poco elegante e induce a fallos. Además de multiplicar la penalización por error (Un parámetro mal en los .dat puede implicar repetir 120 capturas). En mi caso acabé automatizado su generación editando el .m proporcionado, por lo que la destreza adquirida en el uso de la herramienta también se anula.

Me temo que hablo en nombre de muchos compañeros que no se han atrevido a transmitir estas palabras, y espero que no dispare al mensajero. Entendemos que las exigencias de este curso son diferentes, y que su horario, como hemos comprobado el Lunes pasado, sea abismal. Pero créame, cuesta lo mismo hacer 10 defensas de 10 minutos que corregir 10 documentos de 50 páginas. La diferencia en nuestro caso es abismal.

Por lo demás, es necesario especificar que existe mucha variación entre las mediciones del ancho de haz a -3 dB ya que se realizaron por aproximación visual y sin tener en cuenta mediciones anteriores. Y que, las capturas en alta calidad, así como el código del programa modificado que las genera automáticamente, están disponibles en el siguiente enlace:

https://github.com/TretornESP/RMSF_ANTENAS