

Equipos y Subsistemas de Comunicaciones

Práctica 2. Redes de alimentación en árbol

Introducción

El objetivo de esta segunda práctica es simular una red de alimentación en árbol realizada con divisores comerciales. Se compararán las características de la red haciendo uso de diferentes tipos de divisores. La red se conectará a una agrupación de antenas. Para poder hacer una simulación que tenga en cuenta el nivel de adaptación del elemento antena, se diseñará una red de un acceso que permita variar el valor de adaptación de forma sintonizable. Finalmente se visualizará el factor de array obtenido. Para poder ver tanto las pérdidas de retorno en función de la frecuencia como el diagrama de radiación a una determinada frecuencia se trabajará en dos estados de excitación diferente, uno barriendo en frecuencia, figura 1a, y otro a una frecuencia fija, figura 1b. Como margen de frecuencias de barrido se escogerá de 5 a 7 GHz y como frecuencia de trabajo fija 5.8 GHz.

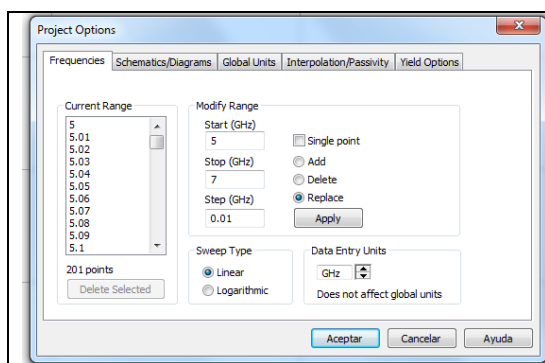


Figura 1a. Modo variación en frecuencia

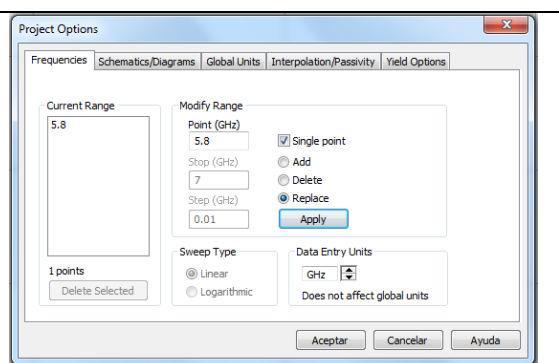


Figura 1b. Modo frecuencia fija

Se suministra un fichero de MWO *PlantillaPractica02.emp* con la inclusión de esquemáticos y de las ecuaciones para el cálculo del factor de array con el objetivo de facilitar la simulación. Este fichero contiene cuatro esquemáticos iguales pero con nombre diferentes (*IdealFeedingNetwork*, *ResistorFeedingNetwork*, *WilkinsonFeedingNetwork* y *Wilkinson4FeedingNetwork*), que posteriormente serán invocados desde las carpetas de *Output Equations* con el objetivo de calcular el factor de array y poder representarlo.

Esquemático antena

Dado que se va a evaluar las prestaciones de una red de alimentación de una agrupación de antenas, es importante disponer de un buen modelo circuital de la antena. Pudiendo variar las características de la antena se podrá observar su incidencia sobre el comportamiento general de la agrupación, como serán las pérdidas de retorno o el propio diagrama de radiación. Un modelo circuital muy sencillo se una antena será una impedancia compleja. Dado que la forma más sencilla de caracterizar una antena, desde el punto de vista de adaptación, es hablar de su

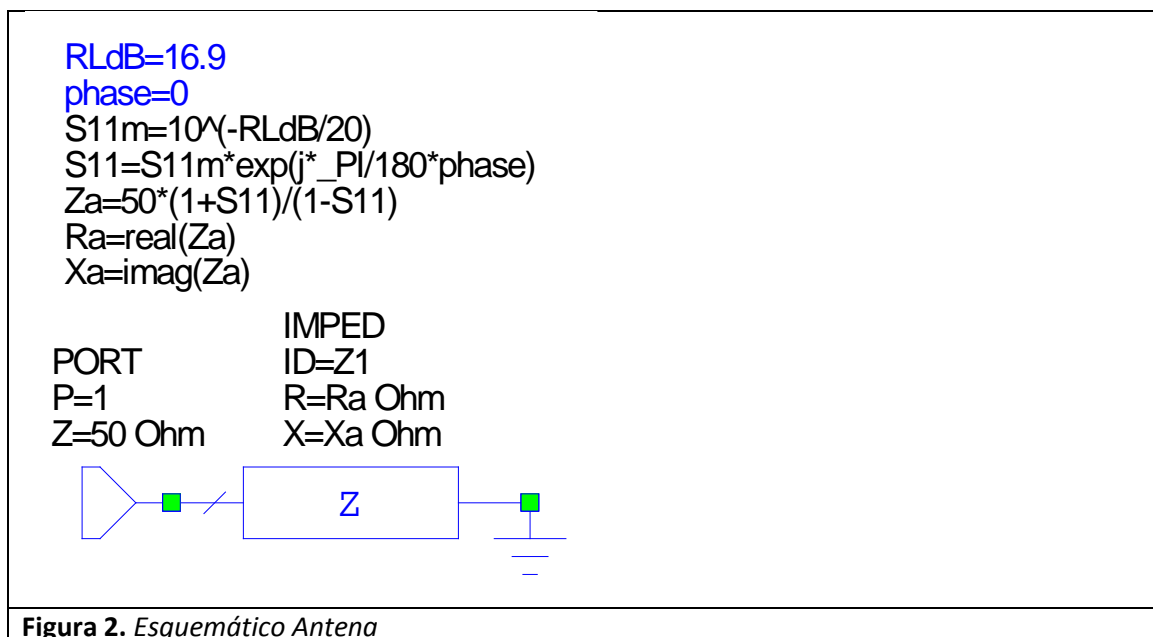
ROE o de sus pérdidas de retorno, resultará más sencillo calcular los valores de la impedancia a partir de las pérdidas de retorno, por ejemplo. Es habitual trabajar en escala logarítmica , por lo que se escogerá como variable sintonizable las pérdidas de retorno en dB, y a partir de ella se calcularán las partes real e imaginaria de la impedancia:

$$|S_{11}| = 10^{-\frac{RLdB}{20}}$$

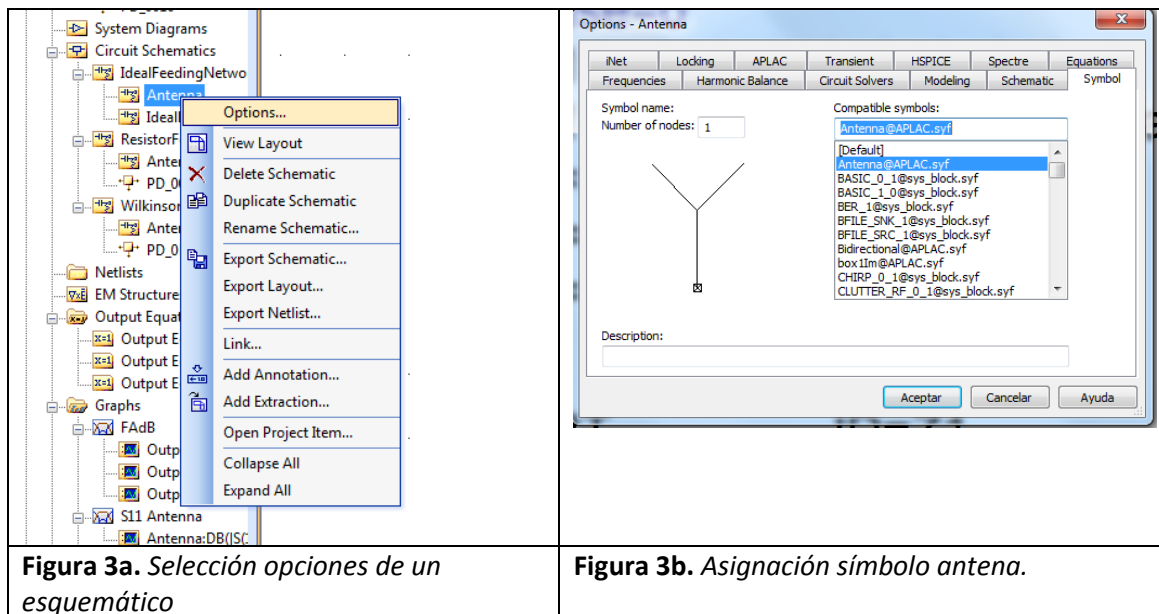
$$S_{11} = |S_{11}|e^{j\text{Phase}}$$

$$Z_a = Z_0 \frac{1 + S_{11}}{1 - S_{11}}$$

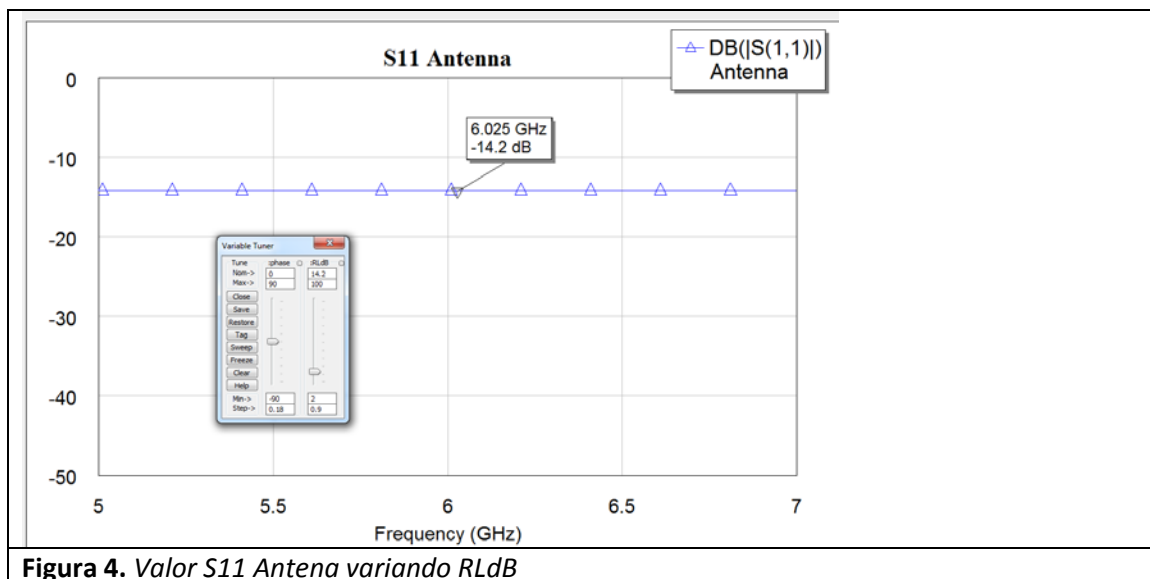
La figura 2 muestra un posible esquemático de la antena, que se puede añadir al proyecto de MWO, *PlantillaPractica02.emp* suministrado:



Las variables RLdB y phase se escogerán como sintonizables. Una vez creado el esquemático se le puede asignar un símbolo más adecuado haciendo right-click sobre la carpeta del esquemático, figura 3a, y seleccionando Options. Una vez abierta la ventana de Options, seleccionar la pestaña Symbol y seleccionar por ejemplo [Antenna@APLAC.syf](#), figura 3b.



Comprobar que se ha realizado correctamente representando en una gráfica el S11 en dB y variar el valor de RLdB, figura 4.



En principio todas las antenas de la agrupación serán iguales, pero para poder simular el comportamiento de la red cuando una de las antenas falla, se repetirá el mismo proceso de creación del esquemático con otra antena, que se puede llamar defectuosa, que posteriormente situaremos como uno de los elementos de la agrupación. Esto nos permitirá fijar un nivel de pérdidas de retorno iguales para todas las antenas menos para una de ellas, y veremos el efecto que tiene cuando las pérdidas de retorno de esa antena se degradan.

Otra posibilidad será hacer uso de alguna de las antenas diseñadas en la parte de Antenas de la asignatura. Se hará uso de los parámetros S de la antena diseñada, creando previamente desde FEKO el fichero Touchstone correspondiente. En MWO se importará en Data File este fichero, y se le asignará a esta medida el símbolo [Antenna@APLAC.syf](#). Esta puede ser la

antena que se coloque en las agrupaciones de antenas que posteriormente se van a construir. Cuando se tenga que poner una antena defectuosa se escogerá la del esquemático Antena creado en un principio. En el caso de no haber diseñado una antena a 5.8 GHz, se puede hacer uso del fichero “Parche 2AnilloGND_HFSSDesign1.s1p” que se aporta en Poliformat.

Simulación S11 red en árbol

A continuación se construirán varias redes en árbol con diferentes divisores. En primer lugar se hará uso de divisores ideales y posteriormente se utilizarán divisores comerciales.

Red con divisores ideales

El divisor ideal que se escogerá será el formado por dos líneas de un cuarto de longitud de onda, como se muestra en la figura 5.

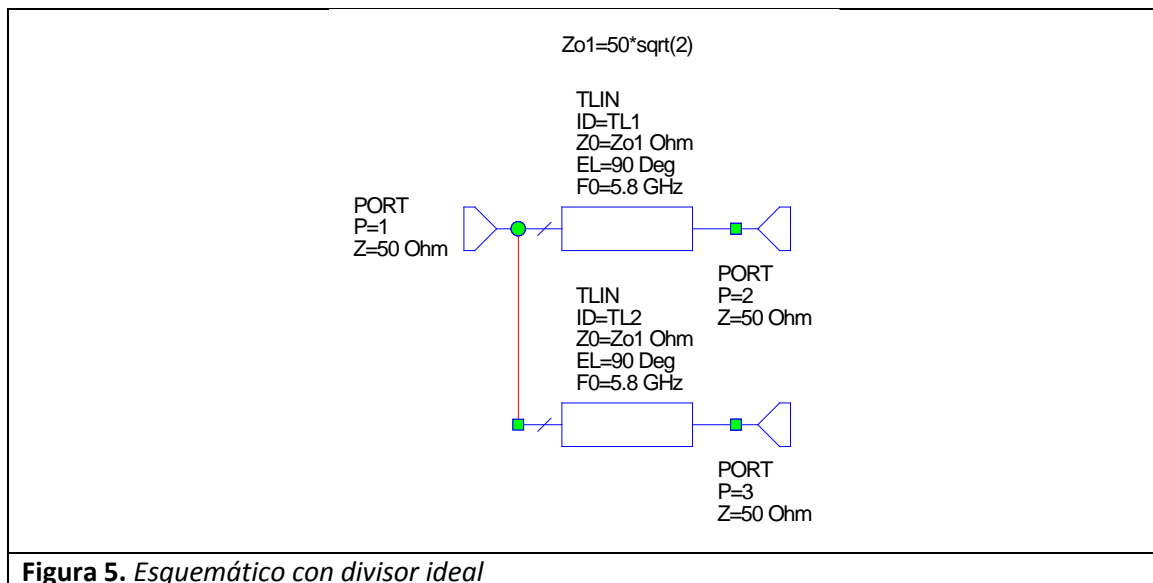


Figura 5. Esquemático con divisor ideal

Al igual que se hacía con la antena se le puede asignar un símbolo más adecuado como es el `SPLIT2@system.syf`.

A continuación hay que crear la red en árbol con este divisor en el esquemático *IdealFeedingNetwork*. El esquemático dispone de un puerto de entrada (puerto 1) y de ocho medidores de tensión con sus ocho puertos (puertos 2 a 9). En primer lugar hay que colocar las ocho antenas conectadas en cada uno de estos medidores de tensión, como se muestra en la figura 6. La antena defectuosa se puede colocar, por ejemplo, en el elemento cuatro.

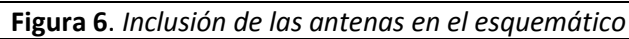


Figura 7. Red en árbol con divisores ideales.

Se escogerá como pérdidas de retorno para todas las antenas un valor de 20 dB, también para la defectuosa. A continuación, en modo barrido de frecuencia, se representará el S11 en dB de la red. Se anotará su valor máximo. Se modificará el nivel de las pérdidas de retorno de la antena defectuosa, escogiendo un valor de 3 dB y se volverá a anotar el nuevo valor de S11 en dB.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | S ₁₁ (dB) | ΔS ₁₁ (dB) |
|--------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 20 | 20 | -20 | 6.25 |
| 20 | 3 | -13.75 | |

Red con divisores resistivos

Se repetirá el mismo proceso que en el apartado anterior pero haciendo uso del divisor resistivo PD-0010 de la marca MarkiMicrowave y en el esquemático *ResistorFeedingNetwork*.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | S ₁₁ (dB) | ΔS ₁₁ (dB) |
|--------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 20 | 20 | -20.83 | 0.96 |
| 20 | 3 | -21.79 | |

Red con divisores Wilkinson de 1 a 2

Se repetirá el mismo proceso que en el apartado anterior pero haciendo uso del divisor Wilkinson PD-OR510 de la marca MarkiMicrowave y en el esquemático *WilkinsonFeedingNetwork*.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | S ₁₁ (dB) | ΔS ₁₁ (dB) |
|--------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 20 | 20 | -21.33 | 3.93 |
| 20 | 3 | -17.4 | |

Red con divisores Wilkinson de 1 a 2 y de 1 a 4

Se repetirá el mismo proceso que en el apartado anterior pero haciendo uso de los divisores Wilkinson PD-OR510 y PD4-OR518 de la marca MarkiMicrowave y en el esquemático *Wilkinson4FeedingNetwork*. Se puede probar una de las dos combinaciones, es decir un divisor de 1 a 4 y cuatro divisores de 1 a 2 o dos divisores de 1 a 4 y un divisor de 1 a 2.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | S ₁₁ (dB) | ΔS ₁₁ (dB) |
|--------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 20 | 20 | -21.11 | 1.75 |
| 20 | 3 | -19.36 | |

Simulación factor de array

Se escogerá en estos casos el modo de frecuencia fija a 5.8 GHz (figura 1b).

Red con divisores ideales

Visualizar el factor de array para el caso de la red con divisores ideales y pérdidas de retorno en todas las antenas de 20 dB. Medir el valor del lóbulo secundario más alto. Y repetir el proceso escogiendo unas pérdidas de retorno de 3 dB para la antena defectuosa.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | NLPS (dB) | ΔNLPS(dB) |
|--------|-------------------------------|-----------|-----------|
| 20 | 20 | -12.7 | 2.72 |
| 20 | 3 | -9.98 | |

Red con divisores resistivos

Visualizar el factor de array para el caso de la red con divisores resistivos y pérdidas de retorno en todas las antenas de 20 dB. Medir el valor del lóbulo secundario más alto. Y repetir el proceso escogiendo unas pérdidas de retorno de 3 dB para la antena defectuosa.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | NLPS (dB) | Δ NLPS(dB) |
|--------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| 20 | 20 | -12.7 | 2.21 |
| 20 | 3 | -14.82 | |

Red con divisores Wilkinson de 1 a 2

Visualizar el factor de array para el caso de la red con divisores Wilkinson de 1 a 2 y pérdidas de retorno en todas las antenas de 20 dB. Medir el valor del lóbulo secundario más alto. Y repetir el proceso escogiendo unas pérdidas de retorno de 3 dB para la antena defectuosa.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | NLPS (dB) | Δ NLPS(dB) |
|--------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| 20 | 20 | -12.7 | 1.96 |
| 20 | 3 | -14.66 | |

Red con divisores Wilkinson de 1 a 2 y de 1 a 4

Visualizar el factor de array para el caso de la red con divisores Wilkinson de 1 a 2 y de 1 a 4 y pérdidas de retorno en todas las antenas de 20 dB. Medir el valor del lóbulo secundario más alto. Y repetir el proceso escogiendo unas pérdidas de retorno de 3 dB para la antena defectuosa.

| RL(dB) | RL _{defectuosa} (dB) | NLPS (dB) | Δ NLPS(dB) |
|--------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| 20 | 20 | -5.747 | 0.286 |
| 20 | 3 | -6.026 | |

Preguntas

1. En el caso de presentar todas las antenas un buen nivel de pérdidas de retorno, ¿Cuál de las redes realizadas con divisores reales presenta mejor adaptación? [PD-OR510](#)
2. Cuando una de las antenas falla, ¿cuál de las redes es más insensible al fallo desde el punto de vista de su adaptación? [PD-0100](#)
3. ¿Se podría haber comparado la eficiencia de cada red? ¿Como?
4. En cuanto al nivel de lóbulo principal a secundario (NLPS) cuando hay buen nivel de adaptación en todas las antenas, ¿hay alguna red que presente un valor diferente al teórico? En caso afirmativo, ¿cuál puede ser el motivo? [Wilkinson 1-2 y 1-4 debido al error de fases que pudimos ver en la práctica 1](#)
5. Cuando una de las antenas falla, ¿qué red es menos sensible desde el punto de vista del NLPS? [Wilkinson 1-2 porque la red 1-2 y 1-4 no se puede tener en cuenta debido al error a la hora de la toma de datos.](#)

3.- La eficiencia de la red es la potencia radiada entre la potencia transmitida.

La potencia transmitida es $(1 - \text{modulo al cuadrado del } S_{11})$ y para ver la potencia radiada es el sumatorio del modulo al cuadrado del S_{X1} (S_{21} , S_{31} , ..., S_{91}) cambiando en AWR las antenas por puertos.