

Equipos y Subsistemas de Comunicaciones

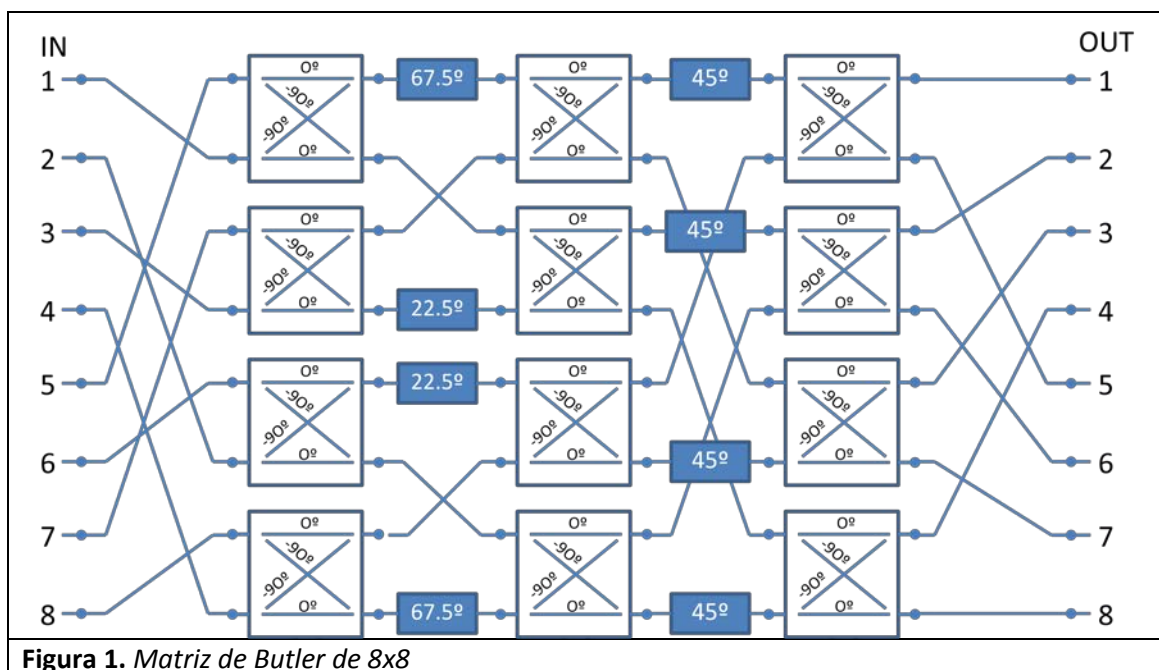
Práctica 4. Antena multihaz con matriz de Butler

Introducción

En esta práctica se simulará una antena multihaz que hace uso de una matriz de Butler de 8x8. Se diseñará a 5.8 GHz, se visualizará los diferentes diagramas y se evaluará sus prestaciones desde el punto del ancho de banda.

Matriz de Butler

La matriz de Butler consta de una combinación de acopladores direccionales híbridos y desfases. Para el caso de una matriz de Butler de 8x8 su esquema sería el mostrado en la figura 1.



Se pueden distinguir tres columnas de cuatro híbridos y cuatro etapas de conexión entre ellos. En las etapas de conexión entre la primera y segunda columna de híbridos y entre la segunda y tercera de híbridos hay que insertar una serie de desfases además de establecer las conexiones según se muestra en la figura 1. Las otras dos etapas de conexión son la que conectan las entradas con la primera columna de híbridos y la que conectan las salidas con la tercera columna de híbridos. Las entradas corresponderán a cada una de las direcciones del diagrama de radiación y las salidas irán conectadas a los elementos de la agrupación de antenas.

Los pasos a seguir para construir la matriz de Butler en MWO serán los siguientes:

1. En la plantilla del proyecto de MWO suministrada, *PlantillaPractica04.emp*, copiar el esquemático del híbrido simulado en la práctica anterior. Hay varias formas de hacer esto, por ejemplo una sería previamente desde el proyecto que contiene el esquemático del híbrido hacer right-click sobre la carpeta del esquemático y seleccionar *Export Schematic*. Posteriormente desde el otro proyecto hacer la operación inversa con right-click sobre *Circuit Schematics* y seleccionar *Import Schematic*. Como este esquemático invocaba a un fichero *.s4p, habrá que importarlo también en la carpeta Data Files. En cuanto al símbolo asignado se tendrá que repetir su asignación como se hizo en la práctica anterior.
2. Crear un esquemático nuevo con nombre p.e. MatrizButler.
3. Configurar la matriz siguiendo el esquema de la figura 1, teniendo en cuenta que los desfasadores se pueden hacer con líneas de transmisión ideal (TLIN) asignando a EL el desfase deseado y escogiendo 5.8 GHz como frecuencia a la cual la línea tendrá esa longitud eléctrica.
4. La red será 16 puertos. Los ocho puertos de entrada serán los que van de 1 a 8. Se pueden colocar sobre la primera columna de híbridos con el orden que se indica en la figura 1. Los puertos de salida serían los que van de 9 a 16, siendo el nueve el que correspondería a la salida 1 y así sucesivamente. Estos puertos de salida se colocarán también siguiendo el orden que muestra la figura 1.
5. Se le asignará a este esquemático el símbolo [BASIC 8 8@sys_block.syf](#).

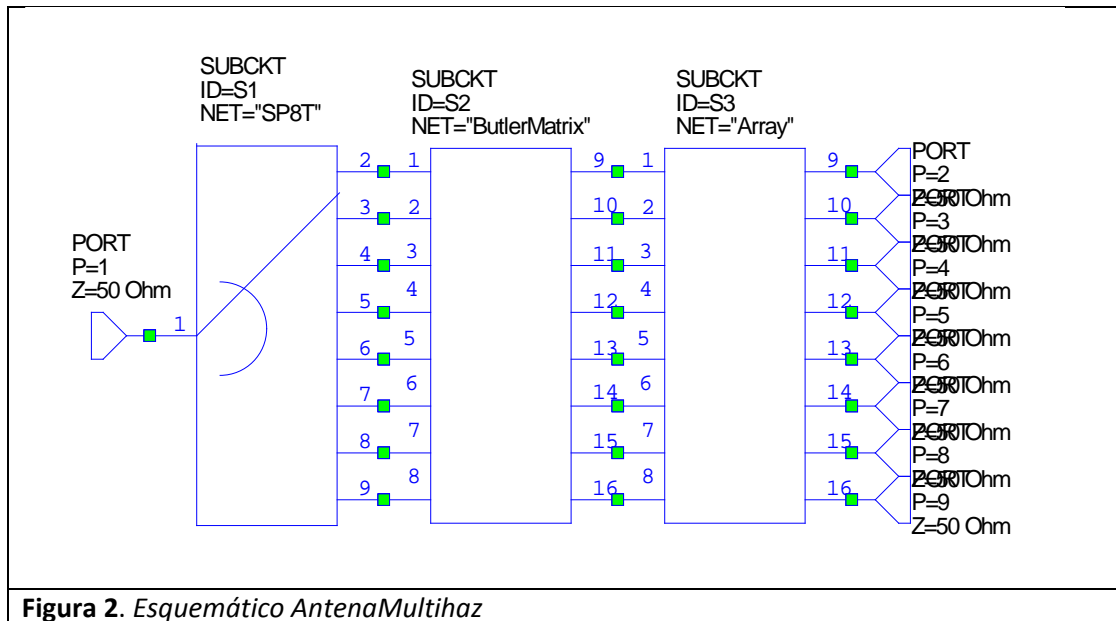
Antena Multihaz

Una vez construida el esquemático con la matriz de Butler se copiará el esquemático del conmutador de una a ocho siguiendo los siguientes pasos:

1. Se repetirá el proceso de copia de los esquemáticos con los conmutadores SPDT0i y el SP8T. En este caso habrá que importar también las medidas del conmutador comercial. Tanto los símbolos de los esquemáticos de los SPDT0i como del SP8T hay que volvérselos a asignar. El símbolo del SP8T es uno también realizado para este caso al que se le ha puesto el nombre de SP8T, y debería estar disponible en los ordenadores del laboratorio.
2. Hay que copiar también las ecuaciones que se pusieron en Global Definitions, y que permitían seleccionar la ruta de encaminamiento del conmutador de 1 a 8.

En la plantilla del proyecto ya se ha incluido el esquemático con las antenas, que resultará una red de 16 accesos, donde los que van de 1 a 8 corresponden a las entradas de las antenas y los que van de 9 a 16 son donde se toman las muestras de tensión en cada antena y que se utilizarán para calcular el factor de array. A este esquemático de nombre Array también se le ha asignado el símbolo [BASIC 8 8@sys_block.syf](#).

Una vez que ya se tienen todos los esquemáticos que forman la antena multihaz hay que combinarlos adecuadamente en el esquemático AntenaMultihaz que se encuentra vacía en la plantilla del proyecto. La figura 2 muestra como debería quedar este esquemático.



El puerto 1 sería la entrada y los puertos 2 al 9 donde se muestrea la tensión en las antenas para obtener el factor de array.

Simulaciones

En primer lugar se seleccionará como frecuencia única de simulación 5.8 GHz. Se representará el diagrama de radiación tanto en formato rectangular como en formato polar. Para el formato rectangular seleccionar la variable FA1norm de la carpeta Output Equations y para el formato polar seleccionar FA1normComplex también de la carpeta Output Equations . Modificando la variable de control del conmutador SP8T observar cómo se modifica la dirección de apuntamiento del lóbulo principal.

Se evaluará el nivel de lóbulo principal a secundario que se consigue para los seis casos más centrados (que se denominarán 3I, 2I, 1I, 1D, 2D y 3D, con I de izquierda y D de derecha) , no considerar los dos casos extremos, y rellenar la siguiente tabla:

	3I	2I	1I	1D	2D	3D
NLPS(dB)	-12.8	-12.39	-12.7	-11.6	-12.47	-12.72

Buscar el ancho de banda donde se obtendría un NLPS mayor de 11 dB para las seis direcciones de apuntamiento estudiadas anteriormente. Para ello ir modificando el valor de la frecuencia de simulación y mirando el NLPS para cada una de las direcciones. Las frecuencias, por debajo y por encima de 5.8 GHz, a partir de las cuales no cumplan que el NLPS es mayor de 11 dB en alguna de las direcciones serán las que marquen el ancho de banda. Puede ser útil para hacer esta búsqueda rellenar con los valores de NLPS una tabla como la siguiente:

f(GHz)	3I	2I	1I	1D	2D	3D
3.8	-10.67	-11.41	-9.369	-9.369	-11.2	-10.7
4.3	-11.2	-11.8	-10.2	-10.2	-11.2	-11
4.8	-12.5	-12.37	-11.5	-11.1	-11.3	-11.6

5.3	-12.07	-12.02	-11.7	-12.2	-12.2	-12.8
5.8	-12.8	-12.39	-12.7	-11.6	-12.47	-12.72
6.3	-12.5	-11.5	-12.7	10.5 aprox 11	-12.4	-12.9
6.8	-11.7	-11.5	-11.3	-11.38	-11.9	-12.17
7.3	-11.5	-11.55	-10	-11.4	-11.46	-11.46
7.8	-10.8	-10.3	-9.4	-9.1	-10.4	-10.7

Una vez realizada la búsqueda anotar el ancho de banda absoluto en GHz y el relativo en %.

$f_{\min}(\text{GHz})$	$f_{\max}(\text{GHz})$	BW(GHz)	BW(%)
4.8	6.8	2	50%

A continuación se evaluarán las pérdidas de retorno a la entrada. Para ello se pasará a seleccionar un barrido en frecuencia. Se puede seleccionar un margen de frecuencias mayor que el obtenido por el análisis del NLPS anterior. Téngase en cuenta que en este caso el factor de array calculado dará error, pero se podrá representar el S_{11} de la antena multihaz en función de la frecuencia. Crear una gráfica con el S_{11} en dB de la antena multihaz. Si el nivel de las pérdidas de retorno exigido fuese mayor de 10 dB ¿se cumpliría en la banda calculada con el criterio del NLPS? En caso negativo buscar el motivo representando en la misma gráfica el S_{11} del SP8T, el S_{44} (p.e.) de la matriz de Butler y el S_{11} (p.e.) del Array. ¿Se puede localizar donde está el problema? ¿Qué elemento habría que cambiar? ¿Habría alguna banda próxima en la que pudiese cumplir las especificaciones de las pérdidas de retorno? Si se decidiera cambiar de banda ¿qué elementos habría que modificar?

No.

El problema está en el SP8T ya que tiene una adaptación mala porque está diseñado para funcionar de 6 a 40GHz. A partir de 6 podemos ver que el SP8T funciona correctamente. Para modificar la banda tenemos que tener en cuenta la banda de funcionamiento del híbrido, las longitudes de las líneas de transmisión etc...