

1. Diseñamos un divisor de potencia de Wilkinson balanceado

1.1. Principio de funcionamiento

Se trata de dividir una señal de entrada en dos señales cada una con una fracción de la potencia usando dos transformadores de $\frac{1}{4}$ de onda para adaptar la impedancia de entrada al circuito. La relación entre la potencia de entrada P_1 y las potencias de salida de cada puerto P_2 y P_3 viene dada por la razón de división de potencia $k = \sqrt{P_2/P_3}$ resultando en:

$$Z_{01} = Z_0\sqrt{1+k^2} \quad (1)$$

$$Z_{02} = Z_0\sqrt{1+\frac{1}{k^2}} \quad (2)$$

En nuestro caso usamos $P_2 = P_3 = \frac{P_1}{2}$ resultando en:

$$Z_{01} = Z_{02} = Z_0 \cdot \sqrt{2} \quad (3)$$

Entonces cada salida debe reflejar un 50% de la potencia de entrada quedando:

$$P_2 = P_3 = P_1/2 \Rightarrow 10 \log \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = -3 \text{dB} \quad (4)$$

1.2. Proceso de diseño

1.2.1. Materiales y equipamiento

El proyecto se va a imprimir sobre una placa para radiofrecuencia con las siguientes características:

Parámetro	Valor
Constante dieléctrica	$2,00 \pm 0,04$
Espesor del dieléctrico	0,05 inch
Espesor del cobre (t)	$35\mu\text{m}$



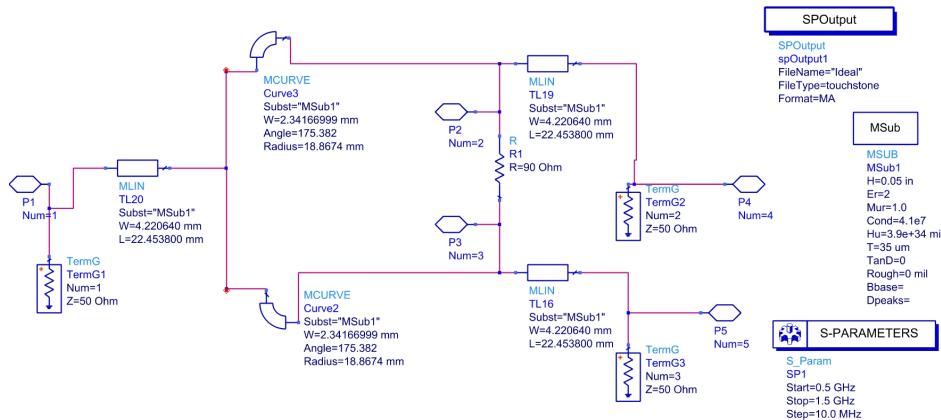
La impresión sobre el PCB se hace con un router CNC marca Wegstr con una precisión de $4\mu\text{m}$ por paso.

Las mediciones sobre el proyecto final con un Analizador de redes de dos puertos marca Rohde Schwarz modelo ZNC3-2Port



1.3. Diseño ideal

Primero hicimos un diagrama funcional y simulamos las relaciones entre entrada y salida. El esquemático se diseña en ADS y se pone a continuación

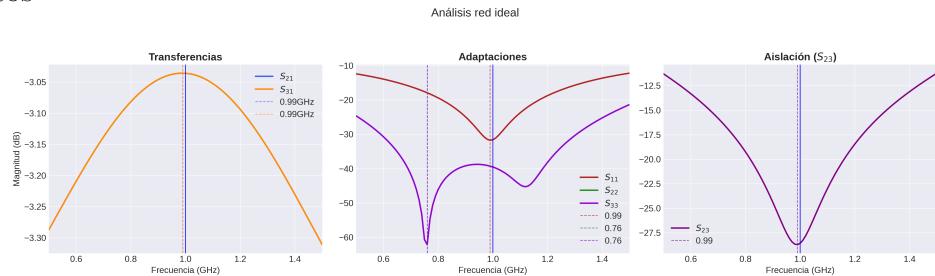


Iniciando desde el puerto uno (desde la izquierda) se tienen:

- Un tramo calculado para que a 1GHz tenga 1λ de forma tal de ganar distancia entre el conector y la entrada a los dos transformadores de $\frac{1}{4}\lambda$ sin que haya desfasaje
- Dos arcos con un radio calculado de manera tal que su longitud sea $\frac{1}{4}\lambda$. Su ancho de pista se calcula con linecalc para que su impedancia sea $Z = \sqrt{2}Z_0 \approx 70.7\Omega$

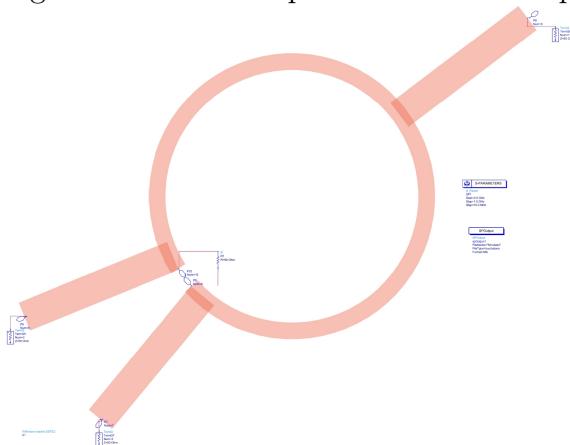
- Dos puertos con una resistencia en el medio de 90Ω . Se elige este valor por limitaciones de stock en laboratorio (ideal sería $100\Omega = 2Z_0$)
- Luego el resto hacia la derecha son parámetros necesarios únicamente para ejecutar la simulación

Como se ve en la sección de parámetros S del esquemático, la simulación se hace con un barrido de frecuencias entre 0,5 y 1,5 GHz. Se simula y los resultados se exportan al formato s3p para ser procesados luego con scikit rf en Python (análisis completo en los anexos). Las líneas verticales gruesas en cada ploteo indican la frecuencia objetivo 1GHz y las líneas punteadas indican el máximo o mínimo encontrado programáticamente a partir de los datos



1.4. Diseño físico

Luego se diseña el bloque físico en ADS a partir del esquemático



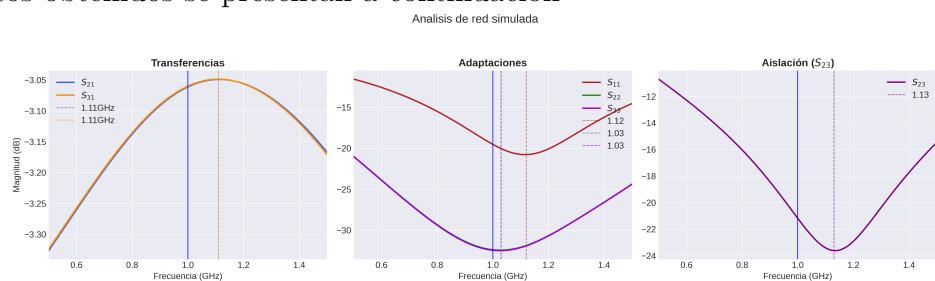
La optimización de los objetivos de aislación y transferencia se logra mediante una disposición estratégica de las piezas. La selección de dos semicírculos en lugar de tramos rectos se justifica por dos ventajas técnicas fundamentales:

- Maximización de la aislación entre los tramos, reduciendo interferencias.

- Eliminación de ángulos agudos en el recorrido de las pistas, lo que mejora el rendimiento electromagnético del diseño.

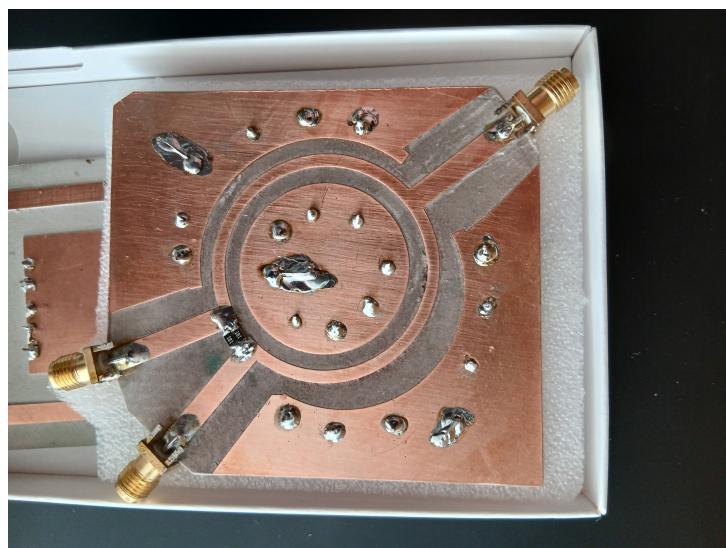
La separación en la salida del transformador hacia los puertos viene dada por el tamaño máximo de una resistencia de radiofrecuencia que conseguimos.

Una vez definido el bloque físico, se realizan simulaciones en ADS para evaluar las transferencias. Los resultados se exportan en formato de parámetros **s3p** y se analizan mediante la metodología previamente establecida. Los datos obtenidos se presentan a continuación

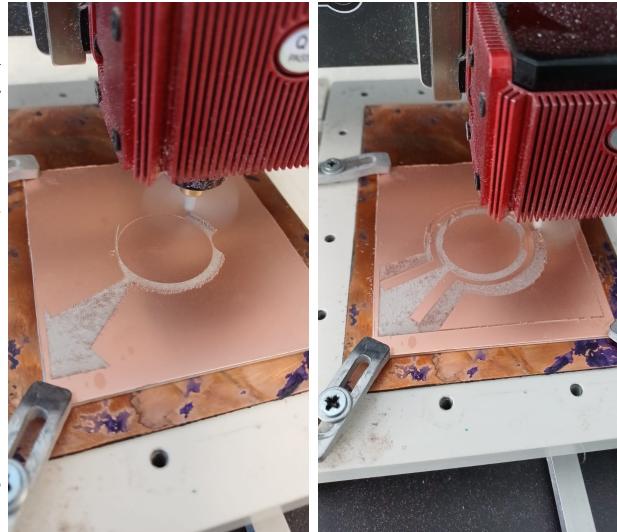


Si bien hay un claro desfasaje hacia frecuencias más altas por limitaciones de tiempo se determina que se mantiene el diseño

1.5. Construcción física



Los datos del diseño se exportan en formato Gerber para su fabricación mediante el router especificado previamente. Durante el ensamblado, los puertos SMA se sueldan manualmente para permitir la conexión con el analizador de redes. Se añaden conexiones entre el cobre que rodea a las pistas (por dentro y por fuera) y la tierra (placa de cobre inferior) evitando acoplamientos parásitos



1.6. Anexos

Para más información y documentación técnica, se pueden consultar los siguientes recursos:

- Especificaciones del Analizador de Redes Rohde & Schwarz ZNC 3 - 2 Port: https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/ZNC_dat-sw_en_5214-5610-22_v0302.pdf
- Especificaciones técnicas del router CNC Wegstr: <https://www.wegstr.com/specs>
- Datasheet del material dieléctrico: <https://www.pcb-material.com/datasheet>