

# Modelado para conector SMA en altas frecuencias.

Jessica Marín Vázquez, Luis Manuel Rodríguez Méndez  
Instituto Politécnico Nacional, ESIME ZAC  
jmarinv1300@alumno.ipn.mx

**Abstract**— The purpose of this work is to create a model of an SMA connector, to obtain an accurate representation of this component, covering its dimensions and geometry, as well as its electrical characteristics, through simulations, especially analyzing the impedance, frequency response and reflection (S11) and transmission (S21) coefficients in a range of 800 MHz to 12 GHz.

The results obtained show that the SMA connector presents adequate behavior within the frequency range, with consistent impedance and reflection and transmission coefficients that meet the standard requirements. Thanks to the simulations, it was possible to identify possible areas of improvement in the design, optimizing certain parameters to improve connectivity and reduce signal losses.

**Resumen**— El propósito de este trabajo es crear un modelo de un conector SMA, con el fin de obtener una representación precisa de este componente, abarcando sus dimensiones y geometría, como sus características eléctricas, a través de simulaciones, analizando especialmente la impedancia, la respuesta en frecuencia y los coeficientes de reflexión (S11) y transmisión (S21) en un rango de 800 MHz a 12 GHz.

Los resultados obtenidos muestran que el conector SMA presenta un comportamiento adecuado dentro del rango de frecuencias, con una impedancia consistente y coeficientes de reflexión y transmisión que cumplen con los requisitos estándar, gracias a las simulaciones se pudo identificar posibles áreas de mejora en el diseño, optimizando ciertos parámetros para mejorar la conectividad y reducir las pérdidas de señal.

**Palabras Clave** — Conector SMA, modelado, simulación, respuesta en frecuencia y alta frecuencias.

## I. INTRODUCCIÓN

En aplicaciones de altas frecuencias, la confiabilidad es influenciada por varios factores, incluyendo los materiales, componentes, técnicas de ensamble, muchos de estos factores deben considerar ser cuidadosos, para así asegurarse que el producto final pueda ser manejado en señales de altas frecuencias, [2].

Los diseños en software asistido por computadora no contemplan la influencia que tienen los conectores coaxiales en alta frecuencia.

La importancia de los conectores no puede ser subestimada, especialmente en sistemas de alta frecuencia, aunque hay grandes avances en el desarrollo de software de diseño asistido por computadora, muchos de estos programas no toman en cuenta la influencia de los conectores coaxiales, en este caso, nuestro enfoque es en los conectores tipos SMA, comúnmente utilizados por su fiabilidad y facilidad de conexión, teniendo un gran impacto en los parámetros cuando se operan en altas frecuencias, en la figura 1 se observa el conector tipo SMA modelado en el software de diseño asistido por computadora. .

Se sabe que en la práctica los conectores tipo SMA degradan a los parámetros del circuito, es un problema que no puede ser ignorado, ya que afecta principalmente la integridad de la señal, la impedancia y las pérdidas de transmisión, donde la reflexión de señal o la dispersión de la energía llegan alterar significativamente el rendimiento de los sistemas de comunicación y de cualquier otra aplicación que dependa de señales de alta frecuencia, por esta razón es esencial analizar y modelar su comportamiento, para incluir su influencia en el diseño.

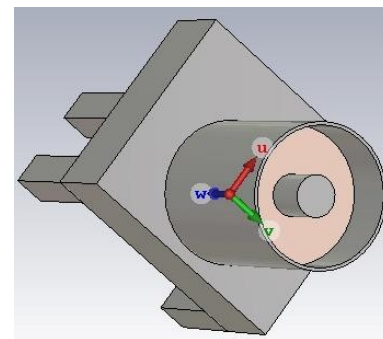


Figura 1.- Modelado del conector SMA

## II. METODOLOGÍA/DESARROLLO

El enfoque metodológico de esta investigación se desarrollará a través de una combinación de métodos de simulación computacional y experimentales, a continuación, se describen las etapas y los métodos específicos que se utilizarán para estudiar el impacto de los conectores coaxiales tipo SMA en circuitos de RF.

1. Diseño y modelado de los conectores según especificaciones, el primer paso consistirá en dibujar los conectores coaxiales tipo SMA en el software de simulación, siguiendo sus especificaciones técnicas exactas proporcionadas por los fabricantes, esto incluirá la representación precisa de sus

características geométricas y eléctricas, como la geometría del conector, la permitividad del dieléctrico, la impedancia y las propiedades de la interfaz.

Se modelarán los conectores en un ancho de banda de 800 MHz a 12 GHz, que es un rango comúnmente utilizado para aplicaciones móviles y satelitales.

2. Simulación en CST: se simulará el comportamiento de los circuitos, el software permitirá evaluar los parámetros de desempeño clave, como los coeficientes de reflexión ( $S_{11}$ ) y transmisión ( $S_{21}$ ) para los conectores, este paso es crucial para predecir como los conectores afectarán la integridad de la señal y el rendimiento.

3. Construcción y medición del circuito físico: se fabricarán prototipos de circuitos de RF que incluyan los conectores SMA según las especificaciones del diseño, estos prototipos se utilizarán para realizar mediciones experimentales de parámetros clave, como el coeficiente de reflexión ( $S_{11}$ ) y el coeficiente de transmisión ( $S_{21}$ ). Las mediciones se llevarán a cabo utilizando un analizador de redes vectoriales (VNA) que permita obtener datos precisos sobre el comportamiento real de los conectores.

4. Comparación de los resultados de simulación y medición: Una vez obtenidas las mediciones experimentales, se compararán con los resultados del modelado. Si las simulaciones no coinciden suficientemente con las mediciones experimentales, se ajustarán las características físicas del modelo de los conectores en el software para mejorar la precisión de la simulación.

Si los resultados simulados coinciden lo suficientemente bien con las mediciones experimentales, se considerará que el modelo de los conectores es suficientemente preciso.

Si las discrepancias son significativas, se modificará el modelo de los conectores en el software para ajustar sus características físicas como la geometría, la impedancia, la tolerancia y mejorar la coincidencia con los resultados experimentados.

5. Optimización del modelo eléctrico de los conectores: esto implicará ajustar parámetros del circuito eléctrico equivalente propuesto del conector SMA, para minimizar el error entre lo medido y modelado.

$$S_{11s} \text{ y } S_{21s} \approx S_{11m} \text{ y } S_{21m}$$

En la figura 2 se muestra la estructura a modelar en el software de diseño asistido por computadora, se han agregado al puerto 1 y 2 son conectores tipo SMA con sus dimensiones reales y se han dispuesto sobre una línea de microcinta con dimensiones físicas y características eléctricas semejantes a la línea real que se ha caracterizado previamente.

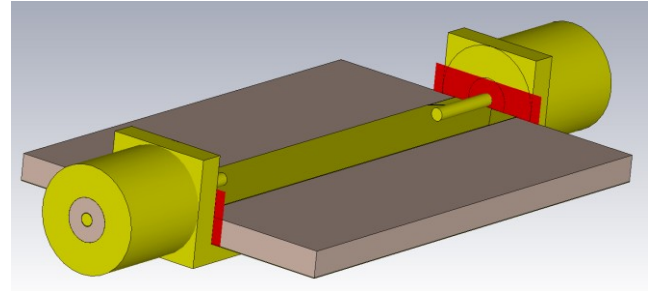


Figura 2.- Modelado de la microcinta con los conectores SMA y sus respectivos puertos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se busca obtener una representación precisa del conector SMA, incluyendo sus dimensiones, geometría y características eléctricas, a través de simulaciones, se evaluarán parámetros clave como la impedancia, la respuesta en frecuencia y los coeficientes de reflexión ( $S_{11}$ ) y transmisión ( $S_{21}$ ) en un rango de 800 MHz a 12 GHz.

Se compararán los resultados simulados con mediciones experimentales para verificar la precisión del modelo, basado en estos resultados, se optimizará el diseño del conector SMA para mejorar la eficiencia del circuito. Finalmente se espera que este modelo validado sirva como base para futuras simulaciones y diseños en sistemas de RF, mejorando la precisión en futuros desarrollos.



Figura 3.- Medición de la línea de transmisión con conectores SMA, mediante el equipo KEYSIGHT.

En la figura 3 se obtuvieron las mediciones de una línea de transmisión con conectores SMA, los parámetros  $S_{11}$  y  $S_{21}$  medidos serán de utilidad para servir de referencia en el ajuste del modelo eléctrico, estas mediciones se realizaron en un rango de frecuencias de 800 MHz a 12 GHz mediante, el equipo analizador de redes KEYSIGHT.

Las gráficas muestran como varían los parámetros  $S_{11}$  y  $S_{21}$ , donde  $S_{11}$  indica la cantidad de señal reflejada y su relación con la impedancia del sistema, mientras que  $S_{21}$  muestra como la señal se transmite a través del material y la estructura bajo prueba [1].

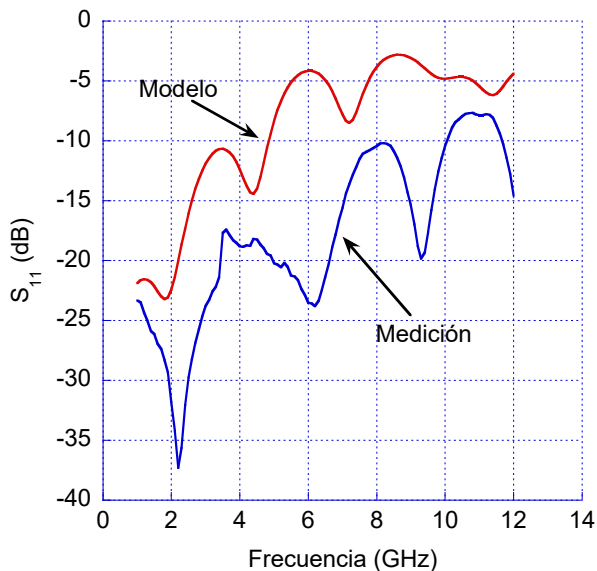


Figura 4.- Obtención del coeficiente de reflexión a la entrada (puerto 1).

En la figura 4 podemos ver que este parámetro mide la relación entre la señal reflejada y la señal incidente en el puerto 1, a medida que se realiza la medición, el equipo va barriendo un rango de frecuencias, obteniendo el comportamiento de  $S_{11}$ .

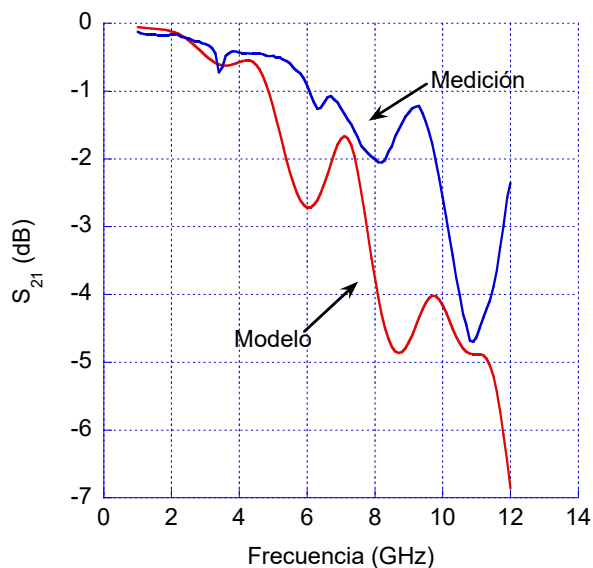


Figura 5.- Obtención del coeficiente de transmisión del puerto 1 al 2.

La Figura 5 ejemplifica la obtención del coeficiente de transmisión  $S_{21}$ , utilizando el equipo KEYSIGHT, este parámetro mide la relación entre la señal transmitida desde el puerto 1 hacia el puerto 2.

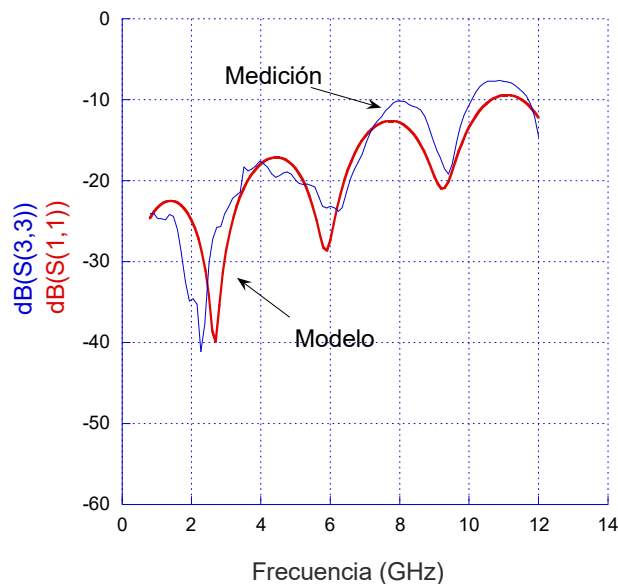


Figura 6.- Obtención del coeficiente de reflexión a la entrada ya optimizado (puerto 1).

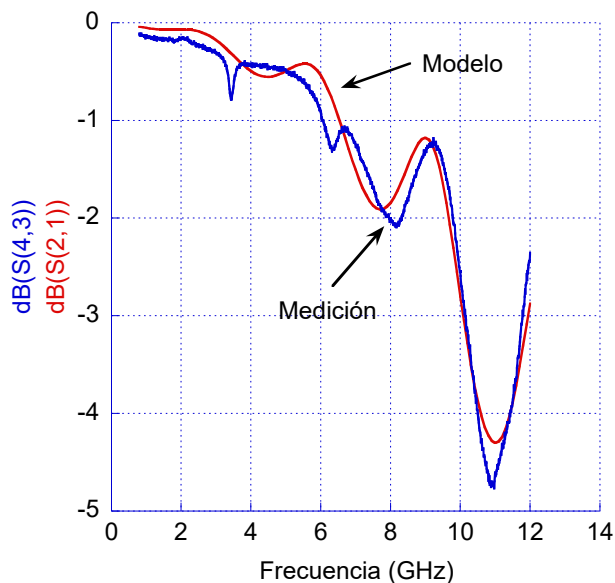


Figura 7.- Obtención del coeficiente de transmisión del puerto 1 al 2, ya optimizado.

En la Figura 6 y 7 se puede observar que, gracias a una adecuada optimización, ambas señales muestran un funcionamiento correcto y eficiente, se puede ver un gran cambio positivo tanto en el coeficiente de transmisión  $S_{21}$  y reflexión  $S_{11}$ . La implementación de las mejoras permitió que se validara su desempeño, asegurando que las condiciones necesarias para su operación fueran alcanzadas de manera efectiva. Este proceso de validación es fundamental para garantizar la fiabilidad y precisión de las señales en su aplicación correspondiente.

#### IV. CONCLUSIONES

Durante la elaboración de este trabajo, se ha modelado la influencia de los conectores SMA mediante un circuito eléctrico equivalente y mediante un modelo físico. El modelo eléctrico equivalente se ha ajustado hasta obtener un buen acorde entre medición y modelo. Mientras que el modelo físico está en proceso de ajuste para poder ser llevado a cabo mediante el método de diferencias finitas en el dominio del tiempo.

Este análisis reveló que el conector SMA mantiene una impedancia adecuada y coeficientes de reflexión y transmisión dentro de los valores estándar en altas frecuencias, esto resalta la importancia de un diseño preciso que cuente tanto las características geométricas como los aspectos electromagnéticos del conector.

La simulación en software es una herramienta eficaz para optimizar el diseño de conectores, permitiendo reducir costos y tiempos de desarrollo al evitar la necesidad de realizar múltiples prototipos físicos, gracias a este estudio futuras investigaciones que busquen mejorar el rendimiento de conectores SMA de alta frecuencia, contribuyendo al avance en el desarrollo de dispositivos con mayores capacidades y fiabilidad.

#### REFERENCIAS

- [1] Resolución de Problemas de Radiocomunicaciones Mediante La Carta de Smith (Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería 2023) 266.
- [2] ARAVINDSUNDEEP MUSUNURI DR SANGEET VASHISHTHA, IIMT UNIVERSITY High-Speed Digital Design Hardware Engineering and Signal Integrity (DeepMisti Publication 2024) 156.