

Antenas y Propagación

Práctica de laboratorio

Caracterización de prototipo en banda S

Objetivo: El objetivo de esta experiencia de laboratorio es caracterizar una antena mediante mediciones realizadas en una cámara anecoica. Se espera que los y las estudiantes adquieran familiaridad con los equipos e instrumentos necesarios para la medición de los principales parámetros de las antenas, tales como directividad, ganancia, ancho de haz, nivel de lóbulos laterales, adaptación, ancho de banda y polarización.

Descripción de la experiencia: En la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro se está desarrollando un sistema de comunicaciones satelitales en banda S (2–4 GHz) basado en un arreglo de sensores. Para este proyecto se cuenta con un prototipo de elemento radiante propuesto para dicho arreglo, el cual debe ser caracterizado a fin de verificar que sus parámetros de radiación resulten adecuados para la aplicación prevista. El diseño consiste en una antena de ranuras cruzadas implementada sobre una placa de FR-4, que incorpora un plano reflector con el objetivo de modificar el diagrama de radiación omnidireccional típico de una antena de ranura convencional, obteniendo así un diagrama directivo. En la Figura 1 se presentan los diagramas de radiación simulados correspondientes a los planos principales de la antena.

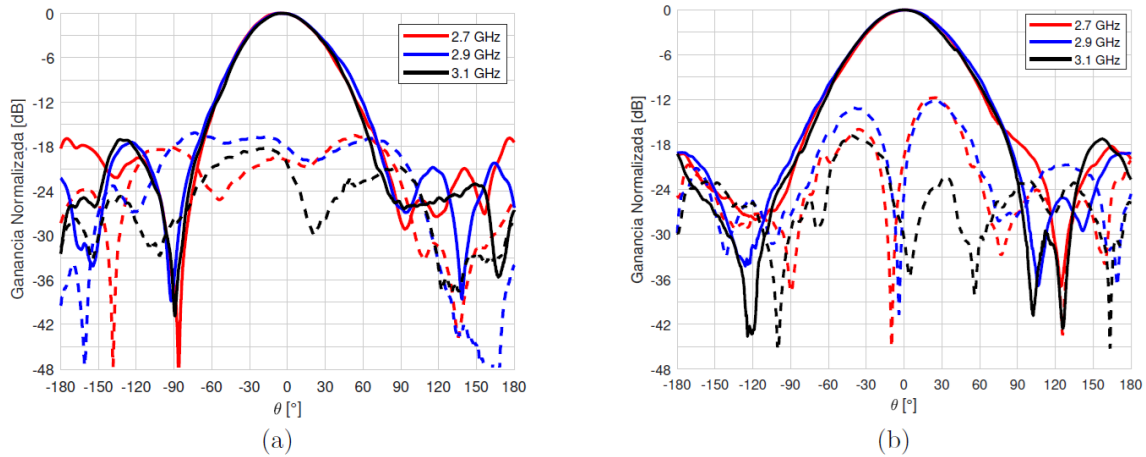


Figura 1: Diagrama de radiación de la polarización deseada (línea continua) y la polarización cruzada (línea discontinua). (a) corte plano H, (b) corte plano E

Por otro lado, la Figura 2 muestra los resultados de simulación de los parámetros S y la ganancia de la antena. Asimismo, el ancho de banda obtenido se encuentra comprendido entre 2,7 GHz y 3,1 GHz. En este rango de frecuencias, la magnitud de parámetro S_{11} deben ser menores a 10 dB, cumpliendo así con el requerimiento de adaptación. Asimismo, la ganancia realizada debe ser superior a 8 dBi en todo el rango de operación, como se observa en la Figura 2, para satisfacer los requerimientos del sistema.

La caracterización experimental se lleva a cabo en una cámara anecoica, recinto especialmente diseñado para absorber las reflexiones de ondas electromagnéticas y ofrecer protección frente a perturbaciones externas. Esto asegura condiciones de medición constantes y estables en el tiempo, lo cual es fundamental para obtener resultados de alta exactitud y repetibilidad. Aprovechando las ventajas de este entorno controlado, la práctica consiste en utilizar un generador de RF (GRF) y un analizador de espectro (AE) para obtener el diagrama de radiación y los parámetros asociados. Posteriormente, mediante un

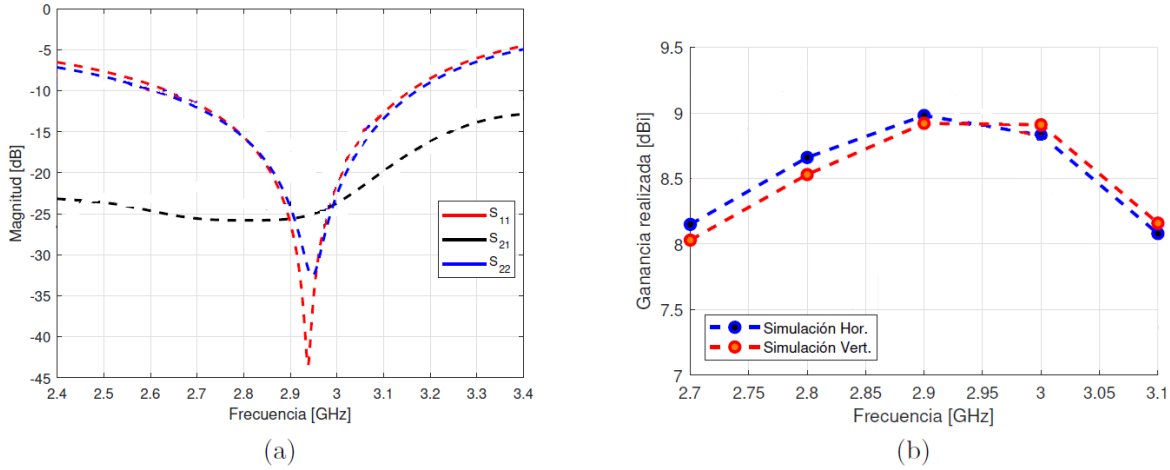


Figura 2: Resultados de simulación. (a) Magnitud de los parámetros S, (b) Ganancia realizada.

anализador vectorial de redes (VNA) se miden los parámetros de impedancia, a partir de los cuales se determinan las pérdidas por retorno y el ancho de banda de la antena. Los equipos y elementos empleados en la experiencia son los siguientes:

- prototipo bajo prueba (Antena 1),
- antena de características similares al prototipo (Antena 2),
- antena Frankonia PowerLog 70180 (Antena 3),
- un generador de RF para la frecuencia de caracterización,
- un analizador de espectro para la frecuencia de caracterización,
- un analizador vectorial de redes para la frecuencia de caracterización,
- cables coaxiales y accesorios varios,
- una torna mesa con controlador de movimiento.

Desarrollo de la experiencia: la experiencia de medición se lleva a cabo en tres etapas:

1. En primer lugar se miden los parámetros S de la antena utilizando el VNA. Para ello localizar la antena dentro de la cámara anecoica procurando reducir lo más posible los objetos metálicos alrededor que puedan perturbar el diagrama de radiación de la antena y en consecuencia la impedancia de la misma. Tener presente que previo a realizar la medición de los parámetros es necesario calibrar el instrumento utilizado.
2. En segundo lugar se mide el diagrama de radiación del prototipo en dos planos ortogonales (plano E y H) y en tres frecuencias dentro del rango deseado (2,7, 2,9, 3,1 GHz). Para ello se coloca la Antena 1 sobre la tornamesa y la Antena 2 de referencia a una distancia R y se sigue el procedimiento de medición del Cuadro 1 para cada uno de los planos y frecuencia de medición.
3. Por último, se realiza la medición de la ganancia de la antena utilizando el método de transferencia (o de comparación), el cual requiere una antena de ganancia conocida (Antena 3). Para esta medición se emplean los resultados obtenidos en el apartado anterior, y es necesario realizar una única medición con dicha antena. Para ello, se debe reemplazar la Antena 1 por la Antena 3, asegurando su correcta orientación, de manera que se mida el punto de máxima radiación con la polarización alineada. Repetir el procedimiento del Cuadro 1 sin realizar el punto 11 para obtener únicamente el valor correspondiente al punto de máxima radiación.

N°	Descripción
1	Encender los instrumentos (Sin encender la salida del generador de RF)
2	Realizar el conectorizado de los instrumentos de medición en la sala de control utilizando cables de RF
3	Configurar la frecuencia de medición tanto en el GRF y AE
4	Configurar la potencia del GRF (Pt – anotar este valor)
5	Configurar el AE en span Zero
6	Colocar las antenas enfrentadas a una distancia R[mts], campo lejano (Anotar el valor)
7	Colocar absorbedores en el piso y posicionar las antenas al menos a 1,5 metros de altura
8	Posicionar las antenas con la orientación respecto a la polarización que se desea medir
9	Conectar el GRF a la Antena 2 y el AE a la Antena 1
10	Encender la salida de RF en el GRF
11	Encender el software que da inicio a la medición del diagrama de radiación
12	Anotar valor de potencia de recepción máximo (Pr) y guardar el diagrama obtenido

Cuadro 1: Procedimiento de medición

Presentación de los resultados: A partir de los datos recolectados durante las mediciones se deben calcular los parámetros de la antena caracterizada y se deben presentar en una hoja de datos técnica. Dicha hoja debe incluir, como mínimo, una breve descripción de la antena, gráficos del diagrama de radiación (cortes en los planos E y H), ganancia, ancho de haz (HPBW), nivel de lóbulos laterales, relación axial, pérdidas por retorno/VSWR y ancho de banda operativo. Para elaborar la hoja de datos conviene tomar como referencia ejemplares de hojas de datos comerciales. Para la entrega de la misma deben conformar grupos de una, dos o tres personas máximo. La entrega se debe realizar el día 22/10/2025.