

NECESIDADES METROLÓGICAS EN RADIOFRECUENCIA PARA ANTENA DE DETECCIÓN

¹José Esteban Cerda Palma, ²Marco Antonio Peyrot Solís.

¹Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Armada de México jcerdap1300@alumno.ipn.mx

²Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Armada de México mapeyrot@yahoo.com

Resumen: En el presente artículo se exponen las necesidades metrológicas que estarían relacionadas a la medición de una antena de tipo reflector parabólico con aplicación de antena de detección, estas necesidades estarían orientadas a desarrollar y validar métodos de medición nuevos e innovadores que generen trazabilidad entre mediciones analíticas y mediciones científicas, generando así soluciones a las problemáticas metrológicas existentes en algunos proyectos de investigación.

1. INTRODUCCIÓN

En México existen proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en el área de antenas y radiofrecuencia en los cuales se requiere comprobar su buen desempeño, diseño, practicidad y que están relacionados con la detección.

El diseño de estos proyectos engloba distintas etapas a desarrollar, una de ellas es la etapa de potencia (radiofrecuencia) y otra de la antena, estas dos etapas requieren en específico ser caracterizadas metrológicamente hablando con métodos de medición novedosos que sean exactos para poder determinar su desempeño y diseño.

La estructura planteada es un reflector parabólico o superficie reflectora y una antena de apertura tipo piramidal como alimentador. Este diseño [1, 2] debe cumplir con ciertos requerimientos de modelado que una vez obtenidos deben ser corroborados midiendo la estructura fabricada, tomando en cuenta que la medición debe ser lo más exacta y precisa posible.

2. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA PARA ANTENA DE TIPO REFLECTOR

Como primer paso en la metodología para diseñar una antena de tipo reflector se debe estimar un valor inicial e ideal de ganancia, con el cual se llega a calcular un área efectiva y por lo tanto obtener el tamaño que tendría el reflector, es decir, el tamaño del plato reflector es directamente proporcional a la ganancia.

Como requerimientos cabe mencionar que la ganancia, el diagrama de radiación y las dimensiones del plato reflector son esencialmente los parámetros principales en este diseño, haciendo énfasis en la antena de alimentación ya que se guarda una

estrecha relación entre esta y dicho plato reflector. La ecuación (1) [2] muestra la relación para lograr estimar la ganancia requerida:

$$G = \rho \frac{4\pi A_p}{\lambda^2} = \rho \left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2 \quad (1)$$

donde A_p es el área física de la apertura de la antena y ρ es la eficiencia de la apertura, esta cantidad típicamente se estima del 60% al 70% (0.6 a 0.7) y λ es la longitud de onda a la frecuencia de diseño. El siguiente paso es estimar un radio mayor ra y un radio menor rb que sirven para determinar el tamaño del reflector que tenga la apertura ya calculada.

El tercer paso es determinar Dp que es el diámetro de la parábola de donde se saca el reflector, además de la distancia del punto focal que describe la curvatura de la parábola, se calcula a partir de la relación F/Dp , la cual varía entre 0.25 y 1.0 mostrado en la ecuación (2) [2]. Otro parámetro a considerar es el offset (h), que es la distancia fuera de foco a la que se encuentra el reflector.

$$0.25 \leq \frac{F}{Dp} \leq 1 \quad (2)$$

Los valores de la ecuación (2) son los que habitualmente se encuentran en la práctica de fabricación de reflectores parabólicos, físicamente lo que sucede con esta relación es que entre más cerca de la unidad se esté el reflector es más plano, una desventaja de hacer esto es que se requeriría un alimentador con haz estrecho, es decir, una antena de alimentación de mayor apertura y tamaño.

En el quinto paso se debe calcular el ángulo de máxima iluminación del reflector a partir del punto focal por medio de geometría óptica, después, se diseña una antena de corneta como alimentador,

cuya apertura, dimensiones y ganancia son determinadas por dicho ángulo de iluminación [8].

El último paso hace relación al modelado de la estructura en un software especializado para simulación de dispositivos electromagnéticos, continuando con el análisis y evaluación de resultados. Si el resultado no es el deseado se hacen ajustes en el diseño tanto en las dimensiones del reflector como en las de la antena alimentadora, hasta conseguirlo.

El proceso de fabricación es complejo por sí mismo y se dificulta más si se intenta fabricar un diseño con dimensiones imprácticas, es por esta razón que se debe tener la capacidad de manufacturar todos y cada uno de los elementos que conforman la antena. Actualmente en el país no existe una empresa capaz de maquinar un prototipo como el diseñado y que cumpla con las especificaciones de calidad requeridas.

3. REQUERIMIENTOS METROLÓGICOS

Caracterizar una antena de este tipo generará muchos retos metrológicos, ya que los parámetros a medir son de difícil medición, no solo por la cuestión analítica que resulte en un valor cercano al real, sino por el mismo procedimiento de medición, que debe ser el adecuado para obtener un resultado fiable de la magnitud bajo prueba, en especial para definir la ganancia y el diagrama de radiación, caracterizando el ancho de haz del lóbulo principal (forma en que esté radiando) y sus lóbulos laterales (posición y niveles de potencia).

Aunado a la ganancia y el diagrama, también se debe caracterizar la impedancia en el puerto de entrada de la antena de alimentación y su coeficiente de reflexión, la relación de onda estacionaria, la polarización, entre otros [3, 7, 8].

En el caso del diseño de la etapa de potencia o amplificación, se pueden caracterizar parámetros como la compresión a 1 dB o linealidad de amplificación, además de los armónicos generados en frecuencia que pueden llegar a provocar interferencia con otros sistemas de comunicaciones o detección, los parámetros de dispersión en los puertos de entrada y salida, entre otros [4, 5, 6].

En cuanto a la infraestructura requerida en el proceso de medición es indispensable contar con laboratorios de radiofrecuencia que incluyan equipos especializados y ambientes controlados.

Actualmente en nuestro país no se cuenta con las capacidades de medición de algunos de estos parámetros por tratarse de proyectos de investigación especializados, y el hecho de no contar con ellos nos hace depender tecnológicamente de otros países. Es aquí en donde el esfuerzo conjunto de diferentes instituciones nacionales para colaborar en el desarrollo de estas técnicas de medición cobran especial relevancia.

4. CONCLUSIONES

Al cumplir con las necesidades que conlleva el desarrollo de esta clase de proyectos tanto en la etapa de antena como de potencia para diversos sistemas de detección se desarrolla la competitividad no solo en la cuestión metrológica, de diseño y manufactura, sino en muchos aspectos más, como lo es la formación del recurso humano capaz de resolver la problemática, además de la innovación científica.

En metrología primaria se desarrollarían métodos de medición innovadores que permitan la trazabilidad con mediciones científicas y mediciones analíticas o predicciones teóricas.

REFERENCIAS

- [1] Silver Samuel, *Microwave Antenna Theory and Design*, First Edition, McGraw Hill, 1949.
- [2] Terada Marco A.B., *Educational Procedure for Designing and Teaching Reflector Antennas in Electrical Engineering Programs*, Proceedings of the 2002 ASEE Gulf-Southwest Annual Conference, The University of Louisiana at Lafayette, March 20-22, 2002, American Society for Engineering Education.
- [3] J.S. Hollis, T.J. Lyon, and L. Clayton, Jr., *Microwave Antenna Measurements*, Scientific-Atlanta, Inc., Atlanta, Georgia, July 1970.
- [4] Steven C. Cripps, *Advanced Techniques in RF Power Amplifier Design*, Artech House Microwave Library, 2002.
- [5] John L. B. Walke, *Handbook of RF and Microwave Power Amplifiers*. Series: The Cambridge RF and Microwave Engineering Series.
- [6] Gonzalez Guillermo. *Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design*, FINANCIAL TIMES/PRENTICE HALL; 1996.
- [7] Laverghetta Thomas S., *Modern Microwave Measurements and Techniques*, Artech House Publishers, 1988.
- [8] Balanis C.A., *Antenna theory: Analysis and Design*, Third Edition, Jhon Wiley & Sons, Inc., 2005.