

RADIATION PATTERNS OF THE HORN-SHAPED ANTENNAS

PATRONES DE RADIACION DE ANTENAS DE BOCINA

**Ing. Oscar Ledezma Avila, MSc. Alberto Patiño Vanegas
MSc. Heriberto Peña Pedraza**

Universidad de Pamplona

Grupo de Optica Moderna, Universidad de Pamplona

Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel.: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303, Ext. 156

E-mail: ele_ledezma@yahoo.com; {apvanegas, dfisica}@unipamplona.edu.co

Abstract: It was designed and it built a system for the obtaining automatically the antennas radiation patterns, which consists of the following modules: emitter, receiver, positioning and visualization. All the modules are controlled through a PC. The built system, allows initially obtaining the horn antennas radiation patterns. The patterns are visualized in Cartesian and polar coordinated for their respective study.

Resumen: Se diseñó y construyó un sistema para la obtención automática de patrones de radiación, el cual consta de los siguientes módulos: emisor, receptor, posicionamiento y visualización. Todos los módulos se controlan a través de un PC. El sistema construido, permite inicialmente obtener los patrones de radiación de antenas de bocina. Los patrones se visualizan en coordenadas cartesianas y polares para su respectivo estudio.

Keyword: Microwaves, Horn-shaped antennas, Radiation patterns, Antennas parameters.

1. INTRODUCCION

El uso de las ondas electromagnéticas (OEM) de alta frecuencia (HF) se ha intensificado desde mediados del siglo XX. Sus aplicaciones son numerosas y se extienden a ámbitos muy diversos, en los cuales se aprovechan las posibilidades que ofrece la radiación electromagnética tanto para transmitir información como para suministrar energía.

El concepto de microondas (MO) no está adscrito a un margen de frecuencias con unos límites universalmente aceptados, y suele utilizarse más bien para identificar señales en cuya generación, propagación y procesamiento se utilizan un conjunto de técnicas muy especificadas que no se emplean ni en la electrónica de baja frecuencia ni en la óptica.

Las MO se pueden definir como aquellas OEM con frecuencias en la región del espectro EM, comprendidas entre 300 MHz y 300 GHz.

Las antenas son un tipo muy particular de circuitos cuya misión más importante es la de adaptar y radiar eficientemente las OEM al espacio, y dirigir esa radiación en una dirección preferente. Las formas que pueden tomar las antenas es muy variada, existen antenas de hilos, como los monopolos y dipolos, antenas conectadas a guías de ondas como las bocinas, y antenas más complejas como las formadas por reflectores parabólicos. Una manera para determinar los parámetros básicos y característicos de una antena, es a través del análisis de su patrón de radiación.

En este trabajo se muestra el diseño y montaje de un sistema para la adquisición automática de patrones de radiación de antenas de bocina y se estudian sus parámetros básicos. El sistema permite registrar los patrones de radiación en los planos **E** y **H**, y visualizar los respectivos patrones de radiación de las bocinas en un espacio tridimensional (3D).

2. ANTENAS

Según la IEEE, la antena se define como la parte de un sistema transmisor (**Tx**) o receptor (**Rx**) diseñada específicamente para radiar o recibir OEM. Aunque las antenas presentan formas muy diversas, todas se caracterizan por servir de sección de transición de onda guiada a onda radiada al espacio libre. Si una guía por la que se propaga energía electromagnética tiene su extremo abierto, ésta radiará energía a través de su apertura.

Además de recibir o transmitir energía EM, se requiere que la antena optimice o acentúe la energía radiada o recibida en algunas direcciones del espacio y que suprima la de otras direcciones. La antena debe comportarse como un dispositivo direccional; que radie o reciba potencia con las características de direccionalidad más adecuadas a cada aplicación en concreto. Los diferentes tipos de antenas que se emplean con mayor frecuencia son: antenas de hilo (dipolo, monopolo, espira circular o cuadrada y hélice), antenas de apertura (bocina piramidal, bocina cónica, guía de onda rectangular), antenas impresas o microtiras.

2.1. Patrones de radiación

Son la representación gráfica 3D o 2D de las características de radiación de una antena. Dicho diagrama suele representar la densidad de potencia radiada, o bien la amplitud y/o fase del campo eléctrico radiado por la antena, a una distancia dada fija (habitualmente se representa la amplitud del campo eléctrico). La representación del diagrama 3D se da en coordenadas esféricas con centro en la antena; manteniendo la distancia de medida constante [1]. En algunos casos, no es necesario obtener el patrón de radiación 3D; es suficiente representar algunos cortes del diagrama completo. Normalmente, en estos casos se representa el comportamiento del diagrama en dos planos principales: los llamados plano E y plano H. El plano E se define como aquel plano en el que oscila el campo eléctrico; mientras el plano H es el plano normal al plano E.

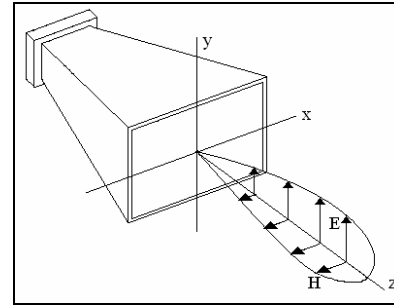


Fig. 1: Antena de apertura (bocina piramidal)

Los cortes 2D del patrón de radiación pueden representarse tanto en coordenadas polares como en cartesianas; en el primer caso, el ángulo en el diagrama representa la dirección del espacio, mientras el radio indica la amplitud del campo eléctrico o la densidad de potencia radiada. En cartesianas, se representa el ángulo en el eje de abscisas y la amplitud en el eje de las ordenadas (figura 2).

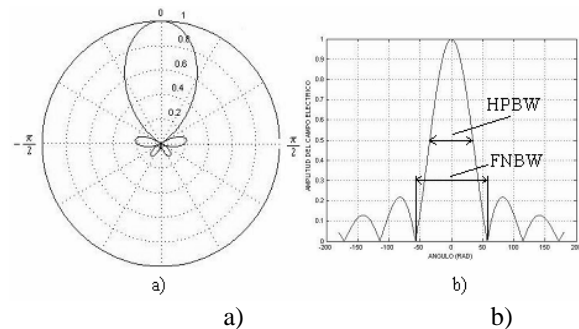


Fig. 2: Cortes del patrón de radiación en 2D. a) Coordenadas polares b) coordenadas cartesianas

La amplitud del campo eléctrico, o la densidad de potencia radiada, pueden mostrarse de forma absoluta o relativa (valores normalizados). En el segundo caso, el máximo toma un valor igual a la unidad, se pueden representar dichos valores relativos en escalas lineales o logarítmicas (dB).

En un diagrama de radiación típico, se aprecia una zona en la que la radiación es mayor, a la cual se denomina haz o lóbulo principal. A las zonas situadas alrededor de otros máximos del diagrama, pero de menor amplitud que el máximo absoluto, se les llama lóbulos secundarios.

2.2. Parámetros de las antenas

Ancho de haz a -3dB (Half Power Beamwidth, HPBW): separación angular entre las direcciones en las cuales el diagrama de radiación toma valores iguales a la mitad del máximo de potencia.

Ancho de Haz entre nulos (First Null Beamwidth, FNBW): Separación angular entre las direcciones del espacio en las que el lóbulo principal toma valor mínimo.

3. MONTAJE EXPERIMENTAL

El transmisor. Es un Klistrón [2], el cual consiste en un tubo de vacío capaz de generar una señal de microondas utilizando el principio de modulación de la velocidad. Se escogió este generador por ser una fuente de baja potencia (10-30 mW) en el intervalo comprendido entre 7 y 12 GHz.

La antena. La antena utilizada es de apertura [1], es una bocina piramidal. Opera en el rango comprendido entre 6.5 GHz y 12.0 GHz; y presenta una ganancia de 16 dB a la frecuencia de 8 GHz según especificaciones del fabricante. Las dimensiones de la apertura son de 10 cm x 10 cm.

El Receptor. Es un diodo Schottky [2] que consiste de una unión rectificante metal semiconductor. Este diodo detector suministra a su salida una corriente continua que es proporcional a la potencia de la señal que lo excita. La señal recibida se digitaliza, se convierten en niveles de voltaje TTL y se envían al puerto serial del PC.

El Posicionador. Es un motor paso a paso de 1.8° conectado a una interfaz que permite su control a través del puerto paralelo del PC.

El visualizador del Patrón de Radiación. Los valores de voltaje recibidos para cada ángulo de rotación del emisor son almacenados en un archivo para luego ser graficados en un PC. Se obtiene a petición del usuario una representación en coordenadas cartesianas y en polares de cortes 2D (plano E y H) del patrón de radiación.

También se obtiene una representación 3D en coordenadas esféricas, la cual se logra haciendo rotar los planos E y H graficados en coordenadas polares.

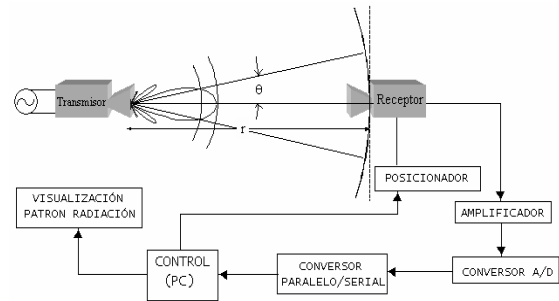


Fig. 3: Sistema para la adquisición del patrón de radiación de una antena de bocina piramidal

3. RESULTADOS

La figura 4.a. muestra los datos normalizados de voltaje obtenidos para cada ángulo de rotación del receptor. Los círculos son los datos experimentales y la línea continua una curva de ajuste con los cuales se realiza la gráfica en coordenadas polares (Figura 4.b.).

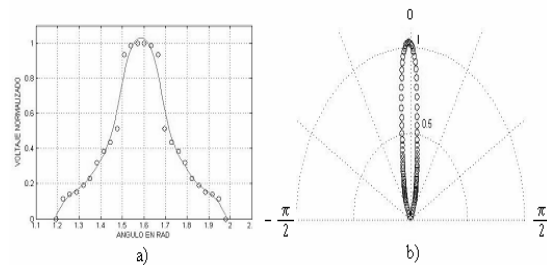


Fig. 4: Corte del patrón de radiación (plano E). a) coordenadas cartesianas. b) coordenadas polares

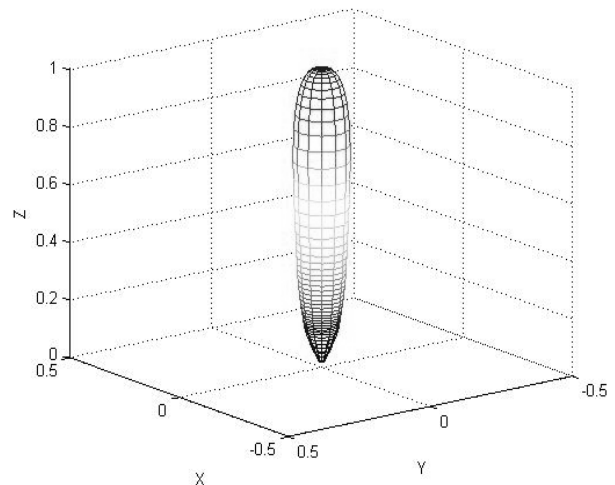


Fig. 5: Patrón de radiación en coordenadas esféricas

La figura 5 muestra una rotación del patrón de radiación en coordenadas polares para obtener una representación 3D en coordenadas esféricas, aprovechando la simetría del patrón de radiación de una bocina piramidal cuadrada. En la tabla 1 se muestran algunas medidas de los parámetros asociados al patrón de radiación.

Tabla 1. Parámetros del patrón de radiación.

HPBW	15.21°
FNBW	46.80°

6. CONCLUSIONES

Se realizó el diseño, construcción de un sistema automático para la obtención de patrones de radiación para antenas de bocina. Se tomó el patrón de radiación en forma automática de una antena de bocina piramidal cuadrada.

El sistema permite la representación de cortes 2D del patrón de radiación en coordenadas cartesianas y polares; y hacer representaciones 3D en coordenadas esféricas.

Los estudios de los diagramas de radiación son de gran interés y utilidad en todos los sistemas de comunicaciones inalámbricas. También, cuando se analizan los efectos de las OEM sobre los seres vivos y sobre otros dispositivos electrónicos (compatibilidad electromagnética).

REFERENCIAS

- [1]. Rodrigo Peñarrocha, V. M. y otros. *Laboratorio de Comunicaciones*. U.P.V, Editorial U.P.V.
- [2]. Miranda J. M. y otros. *Ingeniería de microondas (Técnicas Experimentales)*. Editorial Prentice Hall, año 2002
- [3]. Atwater, H. A. *Introduction to microwave theory*. Mac Graw Hill, 1962.
- [4]. Nery Vela, R. *Líneas de transmisión*, Mac Graw Hill, 1999.
- [5]. Cheng, David K. *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*. Pearson, 1998.
- [6]. Sazonov, D. M. *Microwave circuits and antenas*. Mir, 1990.
- [7]. Mattveev, A. N. *Electricidad y magnetismo*. Mir, 1988.
- [8]. Jardón, H. *Compatibilidad electromagnética en los equipos de radiocomunicación*. Alfaomega. 1996.
- [9]. Nikolsky, B. B. *Electrodinámica y propagación de las ondas de Radio*. Editorial Nauka, Moscú, 1989.
- [10]. Harsany. *Principles of microwave technology*. Prentice Hall, 1997.
- [11]. Willliam H. Hayt, Jr. *Teoría electromagnética*, Mac Graw Hill, 1991.
- [12]. Peña Pedraza, H.; Patiño, A. Sistema para la medición de la razón de onda estacionaria. *Revista Colombiana de Física*, Vol. 38, No. 2, 2006.