



GRAFICACIÓN AUTOMÁTICA DE DIAGRAMAS DE RADIACIÓN EN 3D PARA ANTENAS LINEALES

(Automatic graphing of radiation patterns in 3D for linear antennas)

Recibido: 25/03/2013 Aceptado: 09/05/2013

Arroyo Castro, Gabriel

Universidad del Norte, Colombia.

gabrielarroyo@uninorte.edu.co

Ripoll Solano, Lácides

Universidad del Norte, Colombia.

lripoll@uninorte.edu.co

Pinto Mangones, Ángel Darío

Universidad del Sinú, Colombia.

angelpinto@gunisinu.edu.co

RESUMEN

Este artículo, ilustra un sistema de medición de antenas utilizado para la graficación del diagrama de radiación de las antenas dipolo y yagi, en una forma tridimensional, a partir de la medición de sus dos planos E y H, también se presentan el ancho del haz y el nivel de señal relativa; el sistema fue implementado por un software, un hardware y un sistema mecánico.

Palabras clave: Antenas, Diagrama de Radiación, Ancho del haz.

ABSTRACT

This article, illustrates an antenna measurement system used for plot the three dimensional radiation pattern of the dipole and yagi antennas, using the measurement of its two planes E and H, the beamwidth and the relative signal level are also presented; the system was implemented by a software, a hardware and a mechanical system.

Keywords: Antennas, radiation pattern, beamwidth.

INTRODUCCIÓN

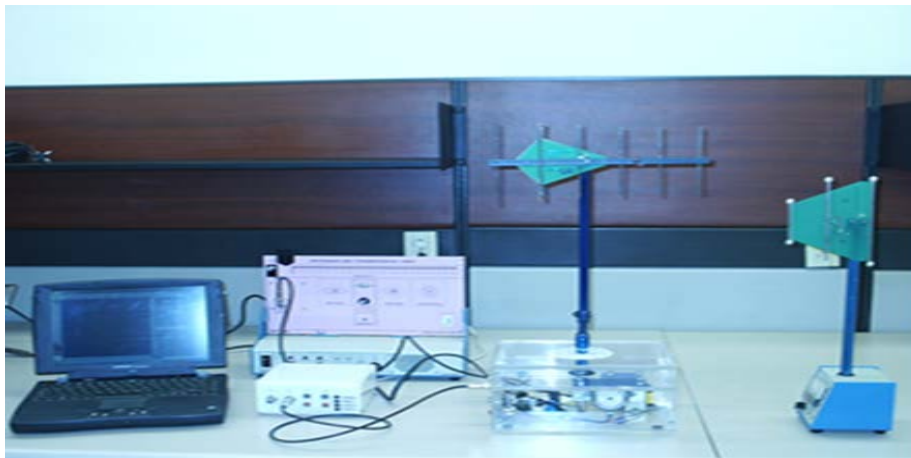
Uno de los parámetros de mayor importancia en el estudio de las antenas es el diagrama de radiación, de éste por lo general se estudian los planos E y H, lo cual permite una concepción de cómo es el diagrama de radiación en el espacio tridimensional. La graficación del diagrama de radiación consiste en medir la magnitud de la señal relativa de la señal electromagnética recibida de la antena bajo medida y de esta forma obtener la representación del campo eléctrico o la densidad de potencia en diferentes posiciones angulares.

Debido a la dificultad que implica tomar muestras en todo el espacio, se mide por separado la magnitud de señal relativa en función de θ para un Φ fijo (plano E) y la magnitud de señal relativa en función de Φ para $\theta = \pi/2$ (plano H). En este proyecto, para la medición, la antena bajo prueba (transmisora), es colocada en una plataforma que gira 360° mientras que la receptora (medidor de campo) permanece fija a cierta distancia con igual polarización y a la misma altura, para tomar las señales y hacerlas llegar a la tarjeta de adquisición, esta última digitaliza las señales y las envía al PC a través de una interfaz serial. Dicho proceso es utilizado para obtener los planos E y H, que con una serie de aproximaciones se generan los puntos faltantes para la obtención del diagrama de radiación tridimensional.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA

El sistema está constituido por un componente software y un hardware. El primero es desarrollado bajo la plataforma de Visual Basic y el segundo se compone de elementos como el panel transmisor de Radio Frecuencia (RF), la antena bajo medida, el soporte rotatorio de las antenas, tarjeta de adquisición, medidor de campo y la interfaz serial RS-232. En la figura 1, se muestran dichos componentes con sus conexiones.

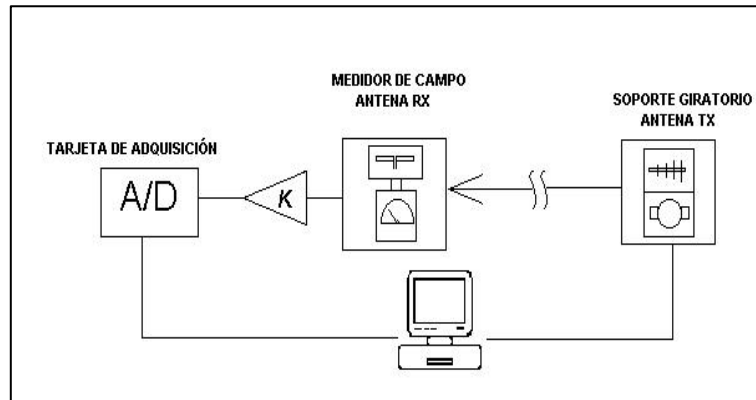
Figura 1. Componente Hardware del Sistema



Fuente: elaboración propia.

Las funciones del sistema se pueden dividir en adquisición y análisis de resultados, la parte de la adquisición toma el nivel de señal relativa por cada posición de la antena, para los planos E y H, luego son almacenados y posteriormente analizados. En relación al análisis de resultados, se toman dichos datos para ser graficados y analizados de diferentes formas como: los planos E y H en 2D donde se analiza el nivel de señal relativa según la posición de la antena en ambos planos, gráficas del diagrama de radiación en 3D, el ancho del haz y la relación frontal-trasero.

Figura 2. Se muestra el diagrama de bloques general del sistema



Fuente: elaboración propia.

SOFTWARE ANTENASOFT

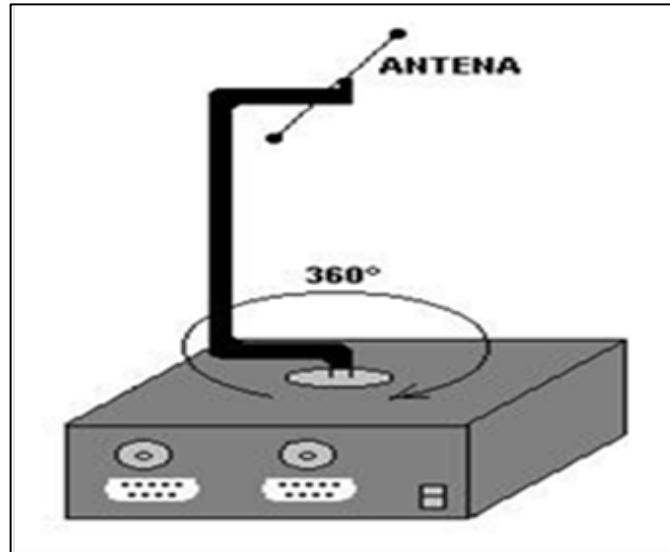
El software diseñado tiene tres funciones principales, controlar el soporte giratorio, la adquisición de datos y la visualización y análisis de resultados a partir de los datos obtenidos. Durante el proceso inicial, se proporciona la señal de habilitación para realizar la adquisición como también la recepción de los datos conseguidos, en la parte de análisis se toma dichos datos y se analizan a través de resultados que se proporcionan de una forma gráfica.

El software está basado en eventos, esto significa que debe esperar cierta acción por parte del usuario o de otros elementos exteriores para realizar alguna función, adicionalmente se pueden analizar y visualizar resultados sin haber hecho una adquisición inmediatamente anterior, respondiendo al hecho de que el software es capaz de almacenar los datos conseguidos en un archivo de texto para que posteriormente se abra y se pueda analizar. También consta de un área gráfica donde se despliegan diferentes figuras del diagrama de radiación, como los valores del ancho del haz y el nivel de señal relativas.

SOPORTE GIRATORIO

El Soporte giratorio mantiene a la antena bajo prueba rotándola 360° de forma controlada. (Ver figura 3). Para que esta rotación sea lo más precisa posible, el soporte utiliza un motor de paso el cual es controlado a su vez por un driver, un microcontrolador y el software. Para acoplar el motor de paso con la carga (soporte y antena) se utiliza un sistema de engranajes que permite aumentar el torque producido por el motor y así proporcionar la potencia necesaria para la rotación de las antenas.

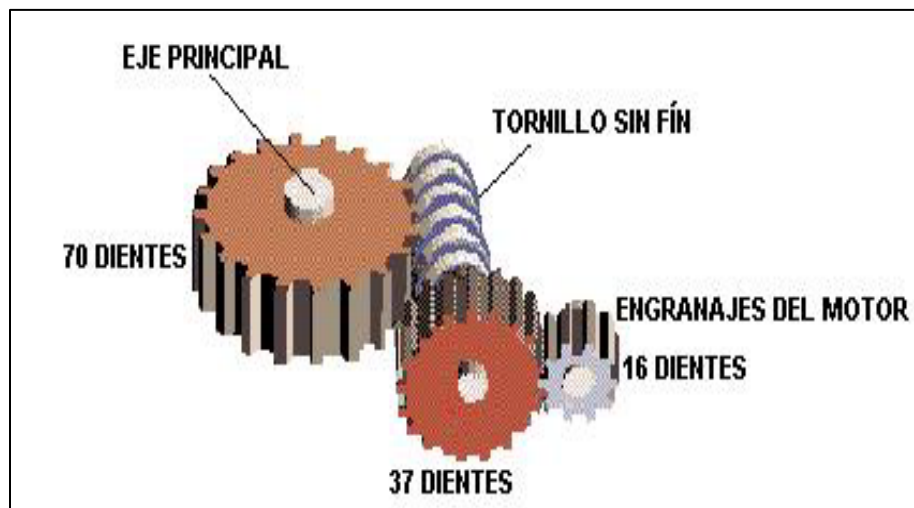
Figura 3. Soporte Giratorio del sistema



Fuente: elaboración propia.

El sistema de engranaje utilizado por el proyecto se muestra en la figura 4. Por otra parte, el software es conectado con el soporte a través de una interfaz serial para controlar y sincronizar eventos, como son la secuencia de datos para el motor de paso, envío y recepción de datos por parte del PC y la tarjeta de adquisición.

Figura 4. Sistema de engranajes



Fuente: elaboración propia.

TARJETA DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES

Esta se encarga de obtener las señales del medidor de campo y digitalizarlas para enviarlas al software utilizando una interfaz serial de comunicación. La tarjeta de adquisición por cada bloque consta de una etapa de acondicionamiento de señal, la conversión A/D es el dispositivo que mapea una tensión análoga en un código o palabra digital de n bits. Para esto toma muestras de la señal análoga cada cierto intervalo de tiempo. El valor numérico de esta muestra estará dentro de un rango preestablecido, que depende de, cuantos bits tenga la palabra, y el rango de la señal análoga de entrada (Balanis, 1997).

Para todos los valores numéricos que se encuentren dentro de un determinado rango (2^n rangos totales) se los mapeará a un código o palabra digital, y el módulo USART, siendo éstos dos últimos implementados en un micro controlador. (Beltrán y Guerra, 2001). La tarjeta utiliza el canal 1 para conectarse al soporte giratorio a través de un cable coaxial RG-58 y el dato de la conversión A/D se transmite serialmente a través de la interfaz RS-232 al PC.

KIT DE ANTENAS DE PRUEBA

El kit de antenas consta de los siguientes elementos: Tarjeta transmisora de radiofrecuencia, medidor de campo y las antenas de prueba (dipolo de media onda, dipolo vertical y yagi), utilizados para realizar las mediciones del diagrama de radiación.

1) Panel Transmisor. El panel transmisor tiene como función energizar la antena bajo prueba. A unas frecuencias de 860MHz con una potencia nominal de salida de 100 mw.

2) El medidor de campo. Éste trabaja como antena receptora que dispone de una antena yagi con un solo director y un reflector, de ésta manera, se encarga de tomar las señales que recibe de la antena bajo prueba transmisora y proporcionar el nivel de la señal en DC cuyo valor depende de la señal proveniente de las antenas transmisoras. Cabe adicionar que el medidor de campo puede recibir señales en el plano E y H, ya que las antenas pueden cambiarse manualmente de polarización horizontal a vertical y viceversa (Tischler, 2003).

3) Antenas de Prueba (Tischler, 2003), Para las pruebas del dispositivo se utilizaron tres tipos de antenas lineales: Dipolo de media onda, dipolo vertical y una antena yagi de cinco directores.

PRUEBAS

En este ítem se muestran los resultados arrojados por el sistema, haciendo énfasis en la graficación de los diagramas de radiación.

DATOS DE ENTRADA

Para las pruebas se utilizaron las antenas de dipolo de media onda, dipolo vertical y yagi.

Se tomó para los tres casos:

- Frecuencia del transmisor: 860 MHz.
- Sensibilidad del 75%, del medidor de campo.
- Distancia entre antenas de 25 cm. Se garantizaron medidas en el campo lejano a la frecuencia de operación de 860 MHz.
- Se tomaron 243 muestras en cada plano, E y H.

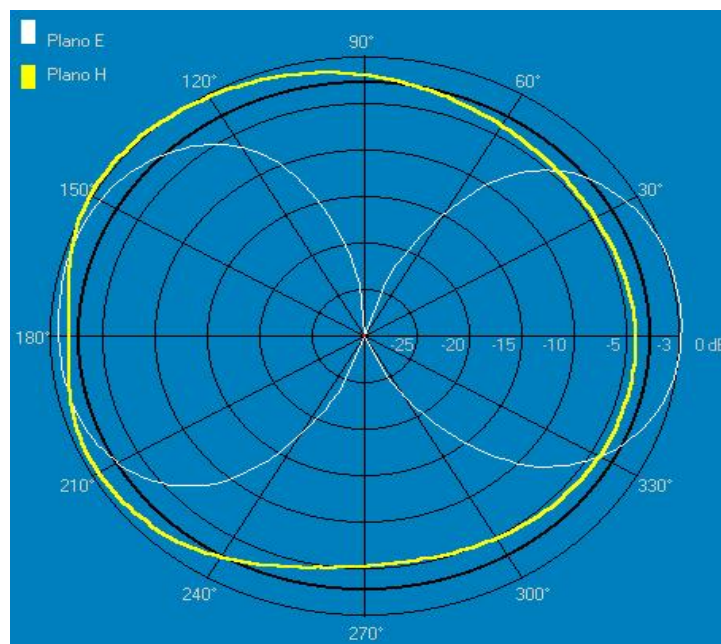
RESULTADOS

Se obtuvo los diagramas de radiación E y H de cada antena en un plano de coordenadas polares en 2D y 3D en dB. Y adicionalmente para la antena yagi, se produjo la medida del ancho del haz en ambos planos.

a. ANTENA DIPOLO DE MEDIA ONDA

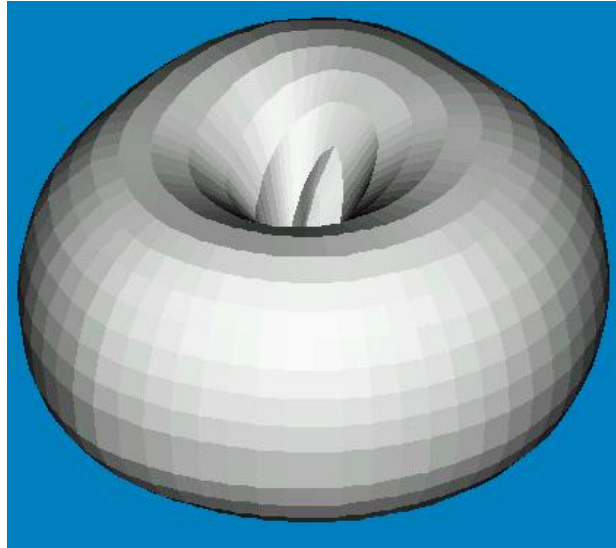
En las figuras 5 y 6 se muestran los diagramas de radiación en 2D y 3D obtenidos. Observándose la naturaleza omnidireccional de esta antena.

Figura 5. Diagrama de radiación en 2D de los planos E y H de la Antena dipolo de media onda en dB



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de radiación en 3D de la antena dipolo de media en dB

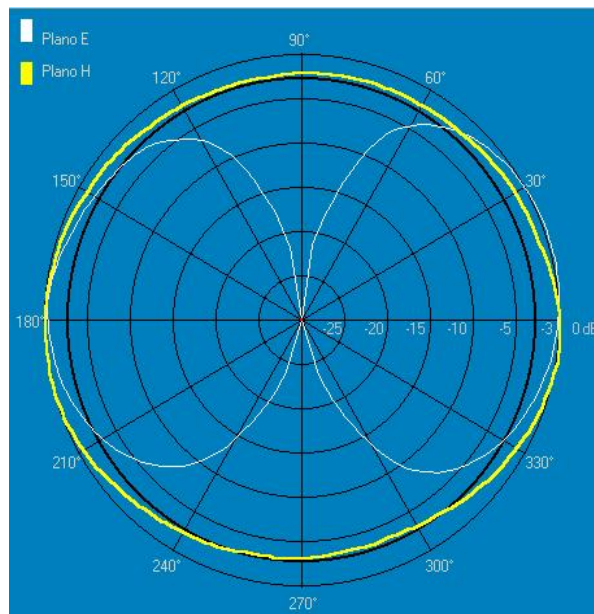


Fuente: elaboración propia.

b. ANTENA DIPOLO VERTICAL

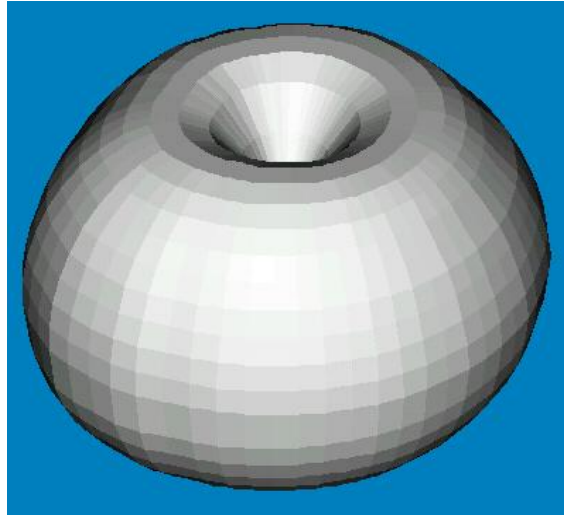
En las figuras 7 y 8, se muestran los diagramas de radiación en 2D y 3D obtenidos.

Figura 7. Diagrama de radiación en 2D de los planos E y H de la antena dipolo vertical en dB



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de radiación en 3D de la antena dipolo vertical en dB



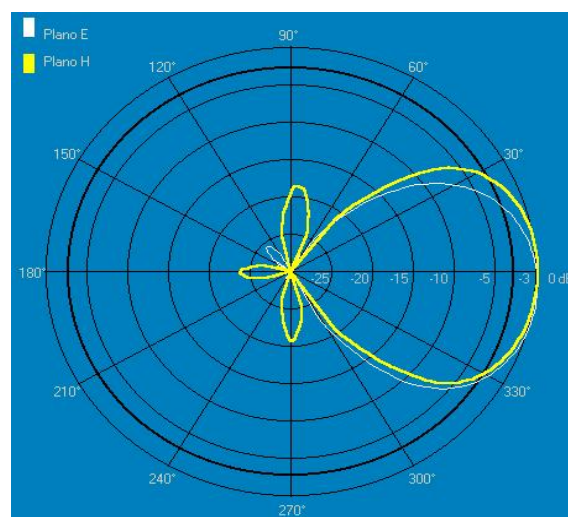
Fuente: elaboración propia.

Se observa la similitud de los diagramas de radiación de la antena dipolo de media onda y el dipolo vertical, esto se explica teniendo en cuenta que la antena dipolo vertical es la mitad de la de un dipolo de media onda.

c. ANTENA YAGI

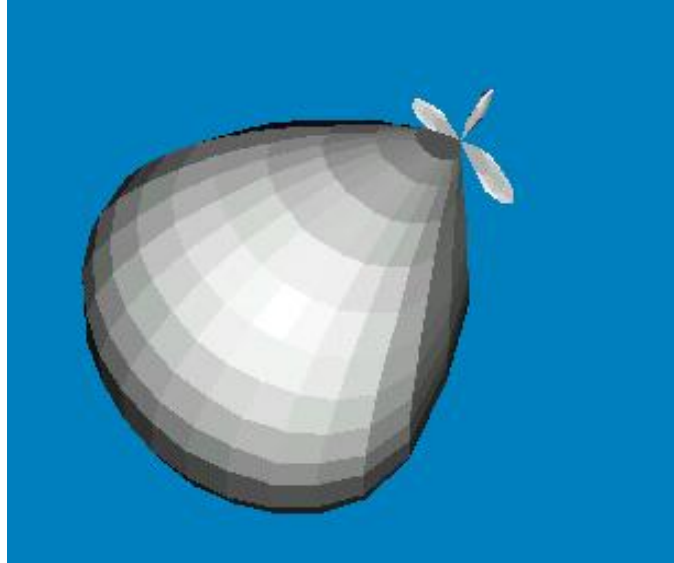
En las figuras 9 y 10, se muestran los diagramas de radiación en 2D y 3D obtenidos.

Figura 9. Diagrama de radiación en 2D de los planos E y H de la antena yagi en dB



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de radiación en 3D de los planos E y H de la antena yagi en dB



Fuente: elaboración propia

En la figura 11 se muestra los resultados del Ancho del haz de media potencia de la antena.

Figura 11. Diagrama de radiación en 2D de los planos E y H de la antena yagi en dB



Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se encontraron resultados satisfactorios en la graficación de los diagramas de radiación. El tiempo necesario para la realización de cada prueba es de aproximadamente 5 minutos (dos planos) y al compararlo con el tiempo que se toma en realizarlo de forma manual (15 minutos, un plano), se encuentra que el proyecto es más eficiente en un



83.33%. Otra ventaja es la resolución, habitualmente en el laboratorio se toman 36 muestras por plano, mientras que con el proyecto se toman 243 por plano. Por otra parte, como la adquisición de los datos es automática, requiere de forma mínima la intervención del usuario, mejorándose así el problema de las reflexiones que éste puede causar.

CONCLUSIONES

Se logró implementar satisfactoriamente un sistema automático para la medición de los diagramas de radiación de antenas lineales en 3D.

Se comprobó que la realización de una práctica de laboratorio con este proyecto se realiza de una manera fácil, con menor inversión de tiempo y con un mayor número de herramientas para el análisis de las características de las antenas, comparado con el método y los materiales utilizados comúnmente en una práctica de laboratorio.

El desarrollo de un soporte giratorio controlado por software para ubicar la antena bajo medición y rotarla de manera automática, permite que el usuario interfiriera menos en el proceso de medición y produzca menos reflexiones al manipular manualmente los dispositivos.

Se verificó que a partir de los planos E y H se puede realizar una aproximación del diagrama de radiación tridimensional de las antenas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beltrán, J. y Guerra, L. (2001). Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos para los laboratorios de transmisión I y II. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad del Norte. Colombia.

Balanis, C. (1997). Antenna theory: analysis and design. USA. John Wiley & Sons.

Tischler, M. (2003). Antennas and Transmission Lines. Documento en línea. Disponible en: <http://wndw.net/pdf/wndw2-en/ch04-antennas.pdf>. Consulta: 20/01/2013