

# Diseño de una antena helicoidal

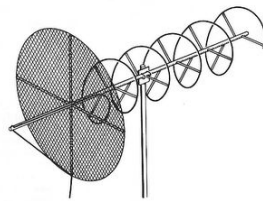
Paula Oviedo ~ Nicolás Patalagua

*Resumen: Las antenas helicoidales o antenas de hélice son un tipo de antena con forma solenoide (forma de tubo), muy comunes en la vida diaria al estar presentes en artículos tan conocidos como los walkie-talkies .*

## I. INTRODUCCIÓN

El avance actual en torno a las telecomunicaciones supone realizar un desarrollo de sistemas de comunicación, recepción y transmisión de frecuencias y energía en una forma más óptima, sencilla y adaptable a las necesidades actuales.

La antena helicoidal es una evolución del monopolo vertical, en la cual el monopolo vertical ha sido modificado para tomar la forma de un solenoide. El monopolo vertical o antena vertical es una antena constituida de un solo brazo rectilíneo irradiante en posición vertical.



*Antena helicoidal*

La antena Helicoidal es una forma sencilla de obtener una alta ganancia y una amplia banda de frecuencias características. Una antena helicoidal irradia cuando la circunferencia de la hélice es del orden de una longitud de onda y la radiación a lo largo del eje de la hélice es encontrado para ser el más fuerte. Esta antena es principalmente direccional, es decir la radiación de una antena Helicoidal es polarizada circularmente, lo que significa que el campo Electromagnético gira sobre el eje de la hélice en la dirección de la hélice gire. Por lo tanto, la radiación es circularmente polarizada en sentido horario o en sentido antihorario. [1]

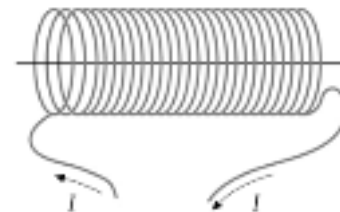
## II. MARCO CONTEXTUAL

La antena helicoidal más populares (a menudo llamadas una "hélice") es una antena de onda que se propaga en forma de un sacacorchos que produce la radiación a lo largo del eje de la hélice. Estas hélices se conocen como axial modo antenas helicoidales. Los beneficios de esta antena es que tiene un ancho de banda de ancho, es de fácil construcción, tiene una impedancia de entrada real, y puede producir polarizada circularmente campos. [2]

La historia de la antena helicoidal se remonta al periodo de la posguerra o más conocido como la guerra fría, durante el cual se destaca el desarrollo en torno a antenas, ranuras, dipolos y espiras. Entre estos se encuentra el desarrollo del cilindro ranurado, las antenas dipolo-ranura, la espira de cuadro de Orr o simplemente la espira resonante de Alford. [2]

En torno a temas aeronáuticos, se realizaron avances en torno al uso de ranuras en el fuselaje y la implementación de la antena tipo "notch". Sería para 1946, cuando en la Universidad de Ohio State el ingeniero John Kraus diseña y propone los tipos de antena hélice, y sería aplicada a la construcción de un radiotelescopio en 1951. [3]

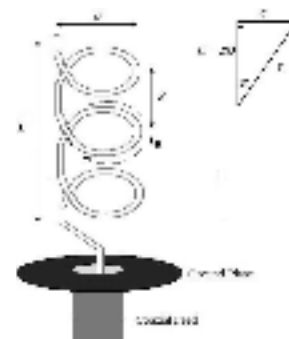
Este diseño consistía en un conductor o varios conductores bifilares, cuadrifilares o multifilares enrollados en forma de hélice que se conectan a una placa de tierra con una línea de alimentación.



*Solenoide*

## III. CARACTERÍSTICAS

Cuando se utilizan Antenas Helicoidales es muy importante asegurarse de que ambas antenas tienen el mismo hilo de orientación (es decir. tanto las agujas del reloj) de lo contrario, la señal recibida se redujo significativamente. [2]



*Geometría de la antena helicoidal*

## Ingeniería Telecomunicaciones

### Helicoidal modo normal y Axial

Los parámetros definidos para la antena helicoidal son los siguientes:

- $D$ : Diámetro de giro de la hélice.
- $C$ : Circunferencia de un giro de la hélice.
- $S$ : Separación vertical entre las curvas.
- $\alpha$ : Ángulo de paso, que controla hasta qué punto la antena crece en la dirección  $z$  por turno.
- $N$ : Número de vueltas en la hélice
- $L$ : Altura total de la hélice,  $L=NS$
- $n$ : Número de vueltas
- $A$ : Longitud axial= $nS$
- $d$ : diámetro del conductor del helicoide
- Sentido del bobinado

La antena helicoidal es una estructura muy simple que posee varias propiedades interesantes en las que incluyen un gran ancho de banda, alta ganancia y polarización circular tanto derecha como izquierda, dependiendo de la orientación de enrollado en la hélice.

Las antenas con polarización circular envían las ondas de radiofrecuencia en un movimiento circular en sentido horario o antihorario. Cuando las ondas rotan en sentido horario, se dice que la antena tiene polarización izquierda y si la orientación es antihoraria, la antena tiene polarización circular derecha.

#### IV. FÓRMULAS

Las fórmulas para los cálculos de la antena, fueron tomadas del libro Constantine A. Balanis, del capítulo 10, en el cual se encuentra un diagrama básico de la antena y el diagrama que posee variables propias del diseño como  $D$ , que es el diámetro de la antena,  $S$ , como distancia entre cada espiral y  $L$ , como el largo de la antena.

La circunferencia de cada giro de la hélice se calcula como:

$$C = \pi * D$$

Para hallar el diámetro de la antena:

$$D = \frac{\lambda}{N}$$

Donde  $\alpha$  se obtiene de la siguiente forma:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{S}{C}$$

El valor  $S$  se obtiene como:

$$S = \tan(\alpha)(C)$$

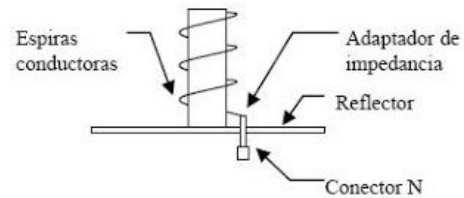


Diagrama básico antena helicoidal

#### V. PROCEDIMIENTO

La antena helicoidal puede operar en modos de radiación como en el de orden superior, modo normal y modo axial. El modo axial es el modo más usado, ya que proporciona la máxima radiación a lo largo de la hélice cuando la circunferencia de la helicoidal es del orden de una longitud de onda, dando un patrón direccional. El modo normal da un patrón de radiación omnidireccional, que se produce cuando las dimensiones de la hélice superan una longitud de onda, y produce un patrón de radiación de forma cónica o multilobulado.

Con una adecuada selección de parámetros, es evidente concluir que el dipolo helicoidal es una estructura de radiación eficiente, con un desempeño en eficiencia de radiación igual a los dipolos de media onda.

Los parámetros calculados para cada una de las variables, permitieron realizar el diagrama de la antena en modo axial y en modo normal en el software de simulación Ansys.

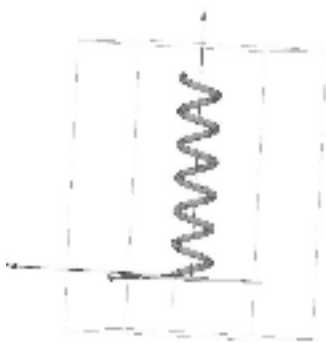


Modelo Normal

El modelo normal se realizó con 2 vueltas o espirales de solenoide. Mientras que el modo Axial se realizó con 6 vueltas, como se ve a continuación:

## Ingeniería Telecomunicaciones

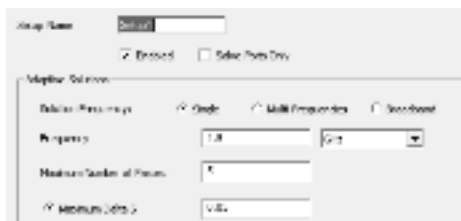
### Helicoidal modo normal y Axial



*Modelo Axial*

#### VI. RESULTADOS

Para realizar la simulación de la antena tanto en modo axial como en modo normal a una frecuencia de 1.5 GHz, se realizó desde 1 GHz hasta 2 GHz con un número de 5 pasos como se ve en el setup, y un linear steep de 0.05 GHz.



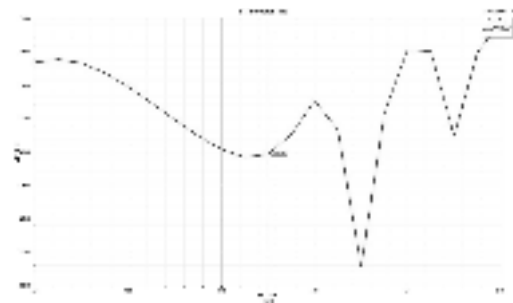
*Setup a 1.5 GHz*



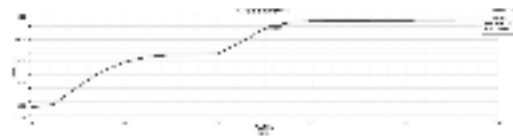
*Sweep de simulación*

Luego de la simulación se obtienen los siguientes resultados:

- El S Parameter dio como resultado para la frecuencia de 1.50 GHz, -22.65 en modo axial y -0.26 en modo Normal. Este parámetro representa el coeficiente de reflexión de la antena, lo cual es el intervalo de frecuencias en el que la antena funciona de acuerdo a una serie de características preestablecidas.

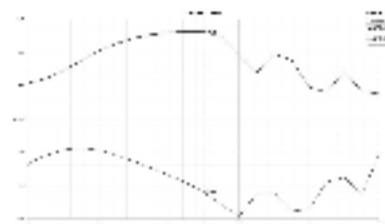


*S Parameter modo Axial*



*S Parameter modo normal*

- El Z parameter para la frecuencia de 1.50 GHz, el modo axial genera un valor de 57.48 en la parte real y -2.60 en la parte imaginaria; por su parte para el modo normal genera un valor de 41.43 en la parte real y 1.26 en la parte imaginaria. Este parámetro representa la impedancia de la antena, es decir la relación entre la tensión y la corriente en las terminales de entrada, en general es compleja, donde la parte real es la resistencia de la antena y la parte imaginaria es la reactancia de la antena.



*Z Parameter modo axial*

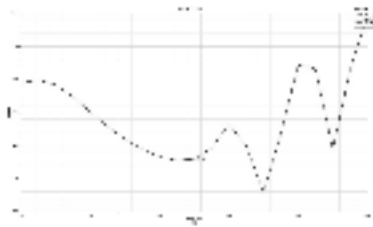


*Z Parameter modo normal*

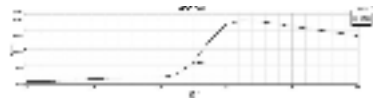
- El VSWR para la frecuencia de 1.5 GHz, genera un valor de 1.16 en modo axial y 66.67 en modo normal. El VSWR corresponde al Voltage Standing Wave Ratio, o comportamiento del voltaje tanto mínimo como máximo, de la onda estacionaria entre la línea de transmisión y la carga en el extremo. Corresponde al mismo ROE o relación de onda estacionaria.

## Ingeniería Telecomunicaciones

### Helicoidal modo normal y Axial



*VSWR modo axial*

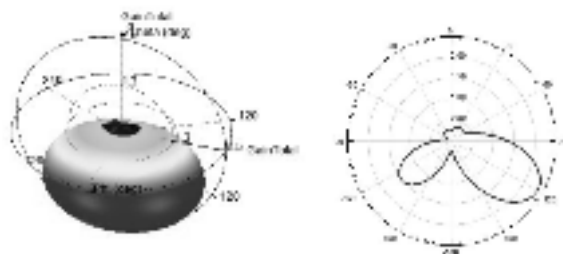


*VSWR modo normal*

- Patrón de radiación en modo 3d o patrón de elevación y a 0° o patrón de azimut, en modo axial se presenta lóbulos parásitos y en el modo normal presenta un comportamiento con una ganancia inferior. El patrón de elevación representa la energía radiada por la antenna vista de un perfil, mientras que el patrón de azimut representa la energía radiada vista directamente desde arriba. El primer gráfico entonces representa el cómo es realmente radiada la energía desde la antenna.



*Ganancia modo axial*



*Ganancia modo normal*

El ancho del haz que presenta la antenna indica la medida exacta en la que debe apuntarse la antenna, tanto en modo axial como en modo normal y ver que tan rápidamente la antenna rechaza las señales fuera de la región deseada.

#### VII. CONCLUSIONES

La antenna helicoidal convencional tiene un gran rendimiento y como ventaja de su fácil diseño pero tiene la desventaja principal en el tamaño. Reducir el volumen de las antenas

helicoidales incluyen la modificación de parámetros geométricos como lo son el número de vueltas, la distancia entre espiras, el ángulo de paso o el diámetro del conductor.

La antenna helicoidal es usada generalmente para comunicaciones en especial para el telecontrol de sistemas y especialmente sistemas satelitales (TTC), siendo actualmente bastante difundida entre radioaficionado.

Se pudo evidenciar que presenta fácil diseño y fabricación a bajo costo, con ganancias diversas ya que se aumenta la ganancia con tan solo aumentar el número de espirales aunque esta relación no es lineal

#### VIII. REFERENCIAS

- [1] «Antenna-Theory.com - Antena helicoidal». <http://www.antenna-theory.com/spanish/antennas/travelling/helix.php> (accedido may 29, 2020).
- [2] Fmorel, «Que es una antenna helicoidal o antenna helice: características», *Freddy Morel* --, ene. 21, 2020. <http://jmactualidades.com/que-es-una-antena-helicoidal/> (accedido may 29, 2020).
- [3] Balanis, C. “Antenna Theory. Analysis and Design”, Segunda Edición, 1997.
- [4] Cardama, A. Jofré, L. Rius, J. “Antenas”, Ediciones UPC, 1998.
- [5] Krauss, J.D. “Antennas”, McGraw Hill Inc, 1988.
- [6] Stutzman W, Thiele G, “Antenna theory and design”, John Wiley and Sons, 1998.