

LABORATORIO DE ELECTRÓNICA “ING. LUIS GARCÍA REYES”
Laboratorio de Comunicaciones I

Practica # 6 “Antenas”

Objetivo:

Implementar y probar una antena tipo monopolo de $\frac{1}{4}$ de longitud de onda.

Introducción.

¿qué es una antena? Una antena es un sistema de conductores metálicos capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas. Una antena se utiliza como el punto de enlace entre un transmisor y el espacio libre o entre el espacio libre y un receptor, o ambos.

Operación de una antena. La manera como opera una atena se puede entender al observar los patrones de *ondas estacionarias* de voltaje y de corriente en una línea de transmisión, los cuales se producen en forma similar a las ondas estacionarias que se producen en una cuerda al mover uno de sus extremos en forma periódica.

Cuando la línea de transmisión termina abruptamente en un circuito abierto, parte de la onda de voltaje incidente se irradia, en lugar de ser reflejado a la fuente. La energía irradiada se propaga alejándose de la antena en forma de ondas electromagnéticas transversales. La energía radiada en una línea de transmisión abierta es muy baja, comparada con la energía reflejada. Se puede aumentar la energía irradiada con respecto a la reflejada con solo separar los conductores como se muestra en la siguiente figura. Una antena formada doblando de esta manera los extremos de la línea de transmisión se llama *dipolo*.

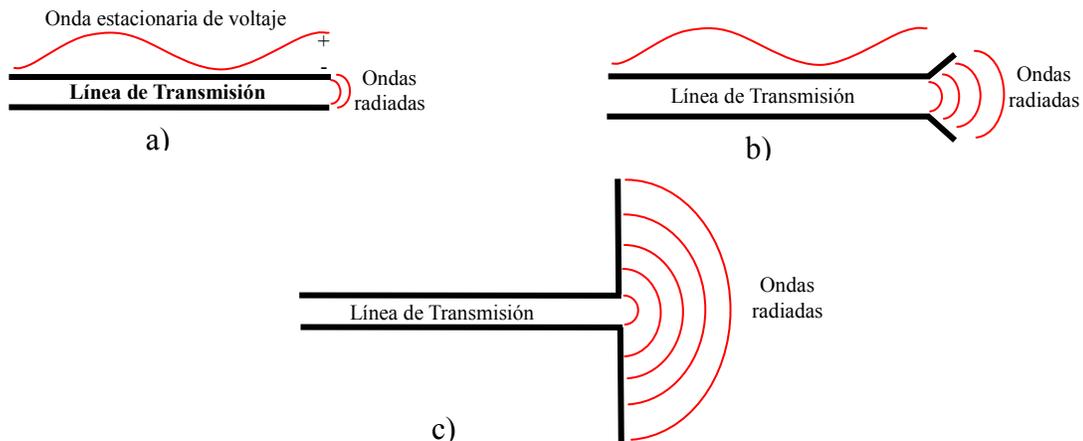


Figura 6.1.- a) Radiación en una línea de transmisión. b) Conductores difusores. c) Antena tipo dipolo.

Patrón de radiación. Toda antena tiene un patrón de radiación tridimensional que indica la intensidad de campo o densidad de potencia radiada por la antena (Ver figura 6.2) . Este patrón de radiación suele representarse por un diagrama polar en un plano que indica la intensidad de campo eléctrico (expresada en decibeles) radiada por la antena en diferentes direcciones. Este plano suele ser un corte del patrón tridimensional, siendo el más común el plano longitudinal a la propagación de la onda o paralelo a la tierra (acimutal), otro plano útil es el perpendicular a la tierra (elevación).

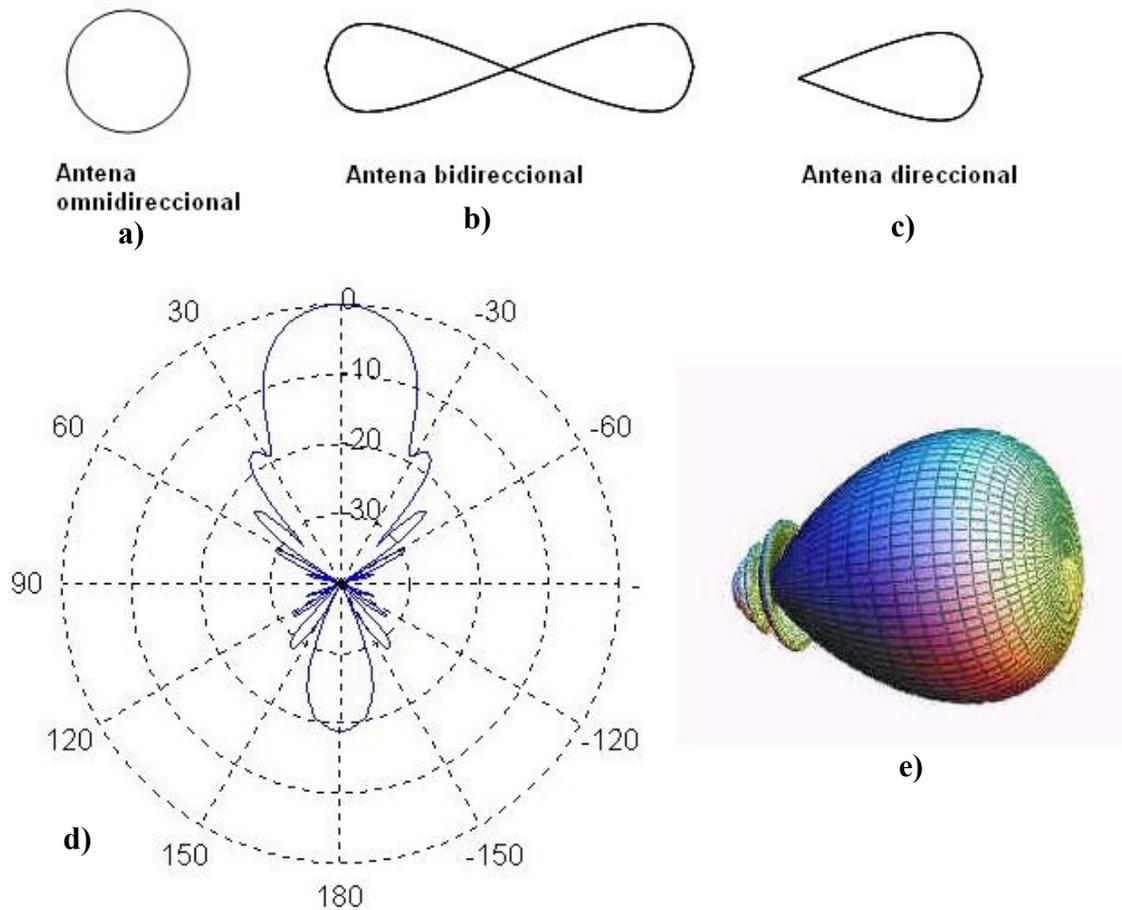


Figura 6.2.- Patrones de radiación de diferentes antenas: a) Radiador isotrópico, b) Dipolo, c) Antena direccional ideal, d) Antena direccional real: corte acimutal del patrón de radiación, e) Antena direccional real: Patrón tridimensional.

Ganancia de una antena.- Una antena es un elemento pasivo y por lo tanto no puede tener ninguna ganancia efectiva, sin embargo, se usa el término de ganancia de una antena para designar la tendencia que tiene una antena a concentrar la señal en una dirección específica. Para medir esta ganancia se usa el **Decibel**, el cual es una medida relativa cuya definición depende del patrón de referencia que use.

El **Decibel dBi** usa como referencia una antena hipotética imposible de construir, denominado radiador isotrópico u omnidireccional, el cual irradia lo mismo en todas direcciones (patrón de radiación esférico). El **Decibel dBd** usa como referencia un dipolo ideal.

Un dipolo ideal tiene una ganancia de 2.15 dBi en las direcciones perpendiculares a sus brazos, es decir, si ponemos a radiar un dipolo junto a un radiador isotrópico, el radiador isotrópico exhibirá una ganancia de 0 dB mientras que el dipolo ideal radiará 2.15 dB.

Para tener una noción intuitiva sobre el significado de los decibeles es conveniente recordar que aproximadamente cada 3 decibeles equivalen a aumentar al doble la potencia de radiación. Por ejemplo, un transmisor de 100 watts conectado a una antena de 9 dBd tendría el mismo desempeño de un transmisor de 800 watts conectado a un dipolo ideal (0 dBd).

El **decibel dBm**. Es una manera de expresar una medida absoluta de potencia radiada. Usa como referencia un valor de 1 miliwatt, de manera que el valor en dBm de potencia radiada en un punto donde hay una potencia de P watts está dado por:

$$dBm = 10 \log \frac{P}{1mW}$$

Así, un valor de 0 dBm indica que en ese punto hay una potencia de 1 mW, en cambio un valor de -40 dBm significa que en ese punto hay $1 \times 10^{-4} mW$.

Antenas Básicas.

Una antena debe tener una longitud tal que la onda radiada pueda “**resonar**” con ella, es decir, debe poder producir una onda estacionaria a lo largo de ella de manera que el valor máximo de la onda quede en el extremo radiante. Esto se logra con cualquier múltiplo de $\frac{1}{4}$ de la longitud de onda λ de la señal radiada. Esta longitud depende de la frecuencia f de excitación de la antena y la velocidad c de propagación de la radiación electromagnética en el medio de transmisión, la cual es la velocidad de la luz, es decir,

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Sin embargo, esta longitud ideal puede modificarse en antenas reales a costa de perder eficiencia y dependiendo de la forma de la antena y de algunos componentes inductivos o capacitivos añadidos a ella.

El dipolo de media onda o antena de Hertz.- El dipolo lineal de media onda es una antena resonante consistente en un dipolo como el mostrado en la figura siguiente y es una de las antenas más comúnmente utilizadas para frecuencias por arriba de 2 Mhz. Ya que la longitud del dipolo de media onda para frecuencias menores de 2 Mhz es de más de 75 metros, esta longitud suele ser prohibitiva por razones prácticas.

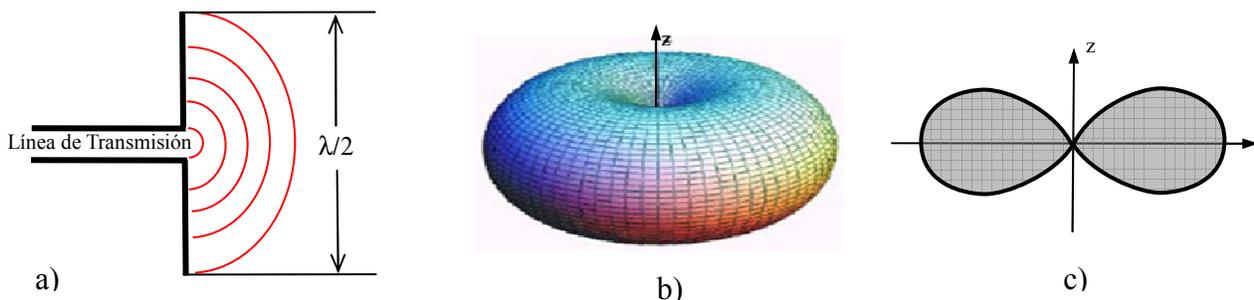


Figura 6.3.- a) Dipolo de media onda. b) Patrón de radiación. c) Corte transversal

Efectos de la tierra. El patrón de radiación de una antena ideal se ve afectado por factores reales tales como:

- La orientación de la antena (ángulo respecto a la horizontal)
- La absorción de radiación por la atmósfera y los obstáculos materiales
- La reflexión por parte de la tierra

El plano de la tierra (que se supone excelente conductor eléctrico) actúa como un espejo en el cual se genera una antena imagen cuyo efecto se suma o resta a la antena real como se muestra en la figura siguiente:

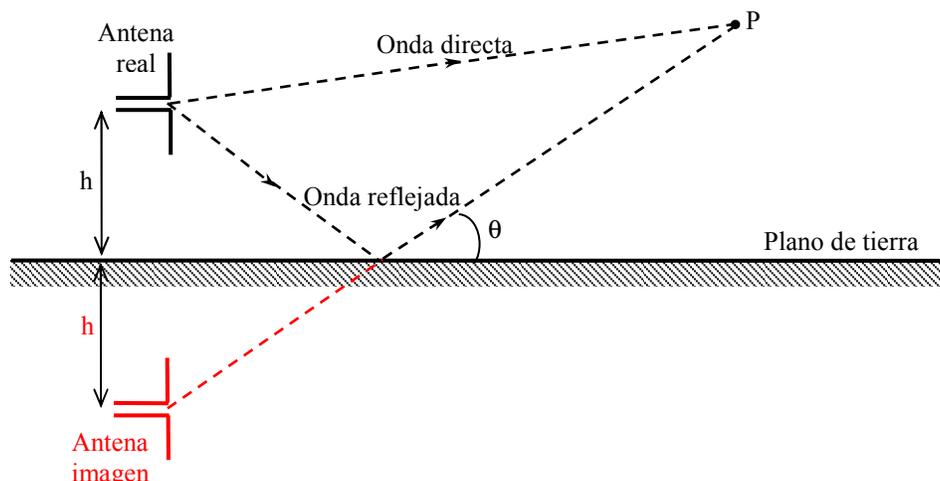


Figura 6.4.- Efecto de las ondas reflejadas en el plano de tierra en un punto P arbitrario.

Como se muestra en la figura anterior, el efecto total en el patrón de radiación dependerá de la altura (h) del dipolo respecto al plano de tierra. En la siguiente figura se muestra como se modifica el patrón de radiación vertical para un dipolo horizontal a diferentes alturas con respecto a la tierra.

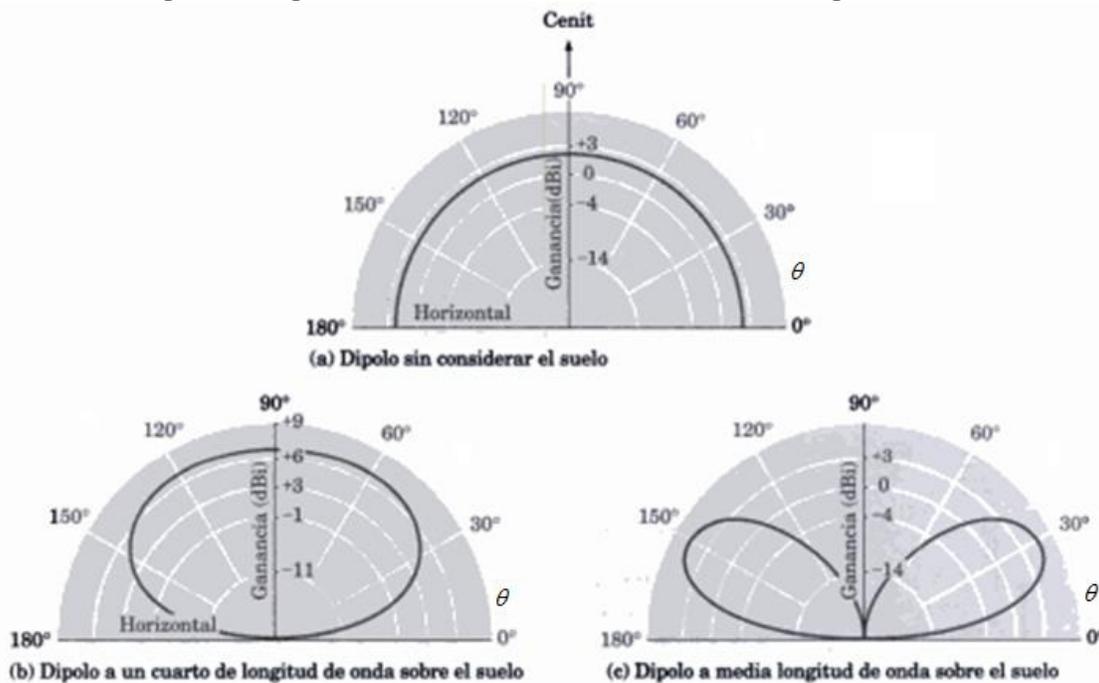


Figura 6.5.- Patrón de radiación vertical de un dipolo horizontal a diferentes alturas del suelo.

Si se quiere reducir los efectos de la tierra el dipolo se tendría que colocar a una altura muy grande respecto al suelo. Sin embargo, en ocasiones el efecto de la tierra puede ser deseable para modificar el ángulo de elevación deseado para la dirección de máxima radiación como en el siguiente caso.

Antena aterrizada, Antena Marconi.- Una antena *monopolo* de un cuarto de longitud de onda montada verticalmente con el extremo inferior a tierra se denomina *antena Marconi*. Las

características de una antena Marconi son muy similares a las de una antena Hertz ya que las ondas reflejadas por la tierra producen una antena imagen que se combina con la antena real para producir el efecto de un dipolo de media onda como se observa en la figura siguiente

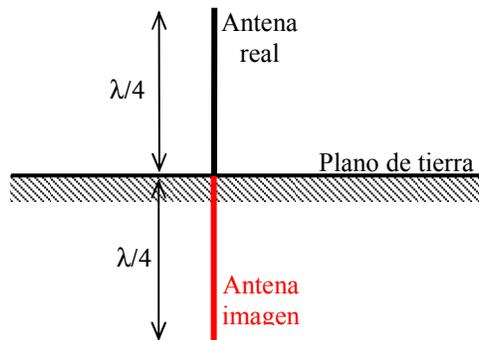


Figura 6.6.- Antena de Marconi.

Para minimizar el efecto de las pérdidas por reflexión la tierra deberá ser un buen conductor. Si la tierra es un conductor pobre puede requerirse un sistema artificial de tierra física, consistente en conductores de cobre extendidos de forma radial debajo de la antena.

La radiación horizontal de la antena Marconi puede mejorarse incrementando ligeramente su longitud. Teóricamente la radiación horizontal es máxima para una longitud de $5\lambda/8$ de la longitud de onda como se ilustra en la figura siguiente

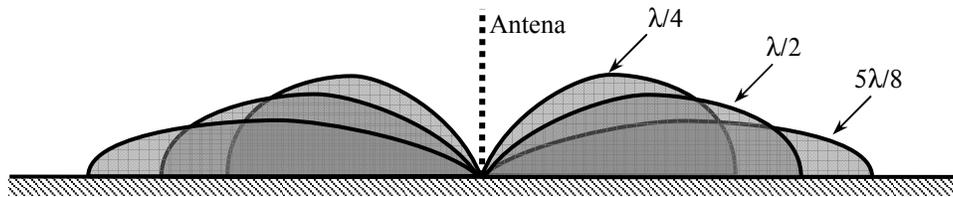


Figura 6.7.- Patrón de radiación de la antena Marconi para diferentes longitudes del monopolo.

Carga de la antena. Es obvio que la longitud física necesaria de una antena para señales de baja frecuencia es impráctica, sin embargo, es posible incrementar la **longitud eléctrica** de la antena sin necesidad de aumentar su longitud física. Esto es posible mediante una técnica llamada **carga**.

Una antena se puede cargar colocando una bobina de carga en la base de la antena, lo cual incrementa la longitud eléctrica de la antena a costa de reducir la eficiencia de radiación de la antena. Otra alternativa es colocar una placa metálica en la parte superior de la antena, la cual incrementa la capacitancia a tierra de la antena reduciendo la capacitancia total de la antena, incrementando la eficiencia de radiación.

Desarrollo de la práctica.

Para esta práctica se utilizará la antena de un Access Point de internet inalámbrico, el cual opera en el canal No. 1 de la banda de 2.4 GHz.

- La frecuencia libre que comprende la banda de 2,4 Ghz utilizada por los dispositivos Wi Fi está subdividida en canales, que varían de acuerdo a las leyes de los diferentes países que los regulan. El estandar IEEE define una

separación **mínima** entre canales de 5 Mhz, por lo que, empezando de 2.412 Ghz. tendremos las siguientes frecuencias de operación :

Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Frec. (GHz)	2.412	2.417	2.422	2.427	2.432	2.437	2.442	2.447	2.452	2.457	2.462	2.467	2.472	2.484

De acuerdo a lo anterior, nuestro Access Point está operando a una frecuencia $f = 2.412 \times 10^9 \text{ Hz}$, por lo tanto, la longitud de onda es $\lambda = 3 \times 10^8 / 2.412 \times 10^9 \text{ Hz} = 0.124378 \text{ m}$ por lo tanto $\lambda / 4 = 3.1 \text{ cm}$.

Procedimiento:

- 1) Instalar el software gratuito inSSIDer para Windows en una computadora portátil y ejecutarlo para monitorear las señales Wi-Fi presentes en el lugar
- 2) Identificar y seleccionar solamente la señal identificada como “Comunic2”
- 3) Implementar monopolos de diferente longitud para verificar la figura 6.7 llenando la siguiente tabla:

Precauciones: Al hacer la medición esperar de 2 a 3 minutos por cada monopolo para que la señal se estabilice. Evitar tocar el monopolo construido durante la medición. Evitar interferir la señal manteniendo despejado el espacio entre el dipolo transmisor y la tarjeta receptora.

Longitud del monopolo	Plano de tierra utilizado	Distancia del receptor a la antena	Intensidad de la señal (dBm)
$\frac{\lambda}{4}$			
$\frac{\lambda}{2}$			
$\frac{5\lambda}{8}$			
λ			
Otro (especificar)			

Reportar: Tabla de valores obtenidos, observaciones y conclusiones.