

# Introducción a los enlaces wireless

Conceptos básicos y definición de unidades – 2<sup>da</sup> parte

Hoy es habitual el uso de enlaces wireless (inalámbricos) para la transmisión de datos de todo tipo, aplicación a la que no escapa la seguridad electrónica, en especial el video IP. Radiofrecuencia, longitud de onda y decibels son conceptos que repasaremos en esta nota.



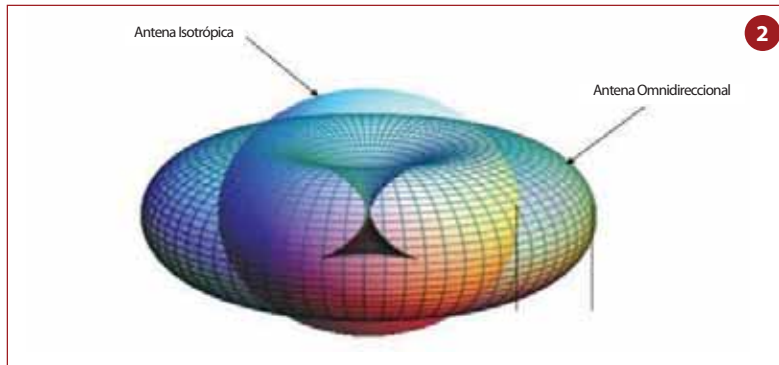
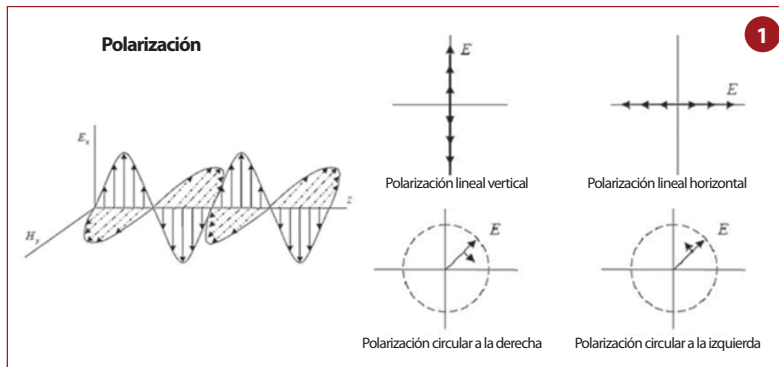
**Ing. Diego Pitrelli**  
Responsable técnico Selnet  
dpitrelli@selnet-sa.com.ar

En la edición anterior definimos y explicamos conceptos básicos e importantes acerca de la radiofrecuencia (RF). Entre ellos, qué es RF, a qué se denomina campo magnético y cómo se define una longitud de onda. Finalizaremos la entrega definiendo algunos conceptos referidos a las antenas.

## ¿QUÉ ES LA POLARIZACIÓN DE UNA ANTENA?

La polarización de una antena tiene que ver con el sentido en el cual se generan los campos eléctricos. Bien podría haberse definido por el vector de campo magnético, pero se adoptó el campo eléctrico tomando como referencia el sentido en el cual la avanza la onda.

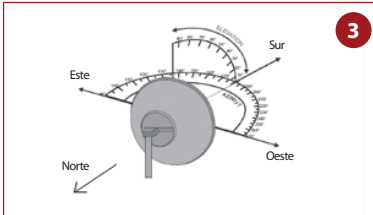
Recordamos que el campo magnético está a 90° del eléctrico. Es decir que se adopta por convención definir la polaridad de una antena según varía el vector del campo eléctrico con respecto a la dirección en la cual avanza la onda (el campo magnético estará en cuadratura con este último). Entonces obtenemos las variantes de polarización: vertical, horizontal, oblicua, circular y elíptica, aclarando que en estas últimas también hay que definir en qué sentido giran. Por otro lado, si hilamos fino, podemos decir que todas son casos particulares de la polarización elíptica, ya que una elipse con radios infinitos es una recta y, si sus focos coinciden, también puede ser un círculo. Estos conceptos se ven a menudo en las ciencias y tienen que ver con las matemáticas, ya que si tenemos la ecuación para una elipse no necesitaremos la de la recta ni la del círculo, porque en la primera están implícitas las otras dos. Y siempre es mejor manejarse con las ecuaciones más generales. En el gráfico 1, E es la intensidad de campo eléctrico.



Entonces, la polarización de la onda está dada por la geometría de la antena, pero también por cómo están alimentados sus elementos radiantes. Y la polarización es muy importante, ya que de ella dependerá que podamos establecer la comunicación. Supongamos que alguien está transmitiendo con polarización horizontal y queremos recibir la información con nuestra antena en polarización vertical: no recibiremos nada, ya que no habría ningún componente de campo eléctrico capaz de excitar los electrones que componen el dipolo receptor. También es muy importante saber, en aquellos sistemas que comparten la antena, si esta soporta más de una polarización para transmitir y para recibir; sólo así podremos transmitir en una polarización y recibir en otra.

## DIAGRAMAS DE RADIACIÓN

Todas las antenas tienen ciertas cualidades direccionales. De hecho, construir una antena que irradie igual en todos los sentidos (isotrópica), sería un gran desafío pero que poco interesa en la práctica, porque justamente se busca direccionar la señal para algún lugar en particular. Incluso para las estaciones de transmisión FM, AM o TV no se utilizaría una antena isotrópica, ya que estaría radiando una gran cantidad de potencia al cielo y al suelo. Es por ello que, para ese tipo de aplicaciones, son más útiles las antenas omnidireccionales, que tienen un diagrama de radiación como si fuera una rosquilla. En el gráfico 2 podemos ver un diagrama en 3D de una antena isotrópica superpuesto con una omnidireccional. Un dato importante, que tal vez no sea



nada intuitivo, es que los diagramas de radiación son iguales cuando la antena transmite que cuando la antena recibe.

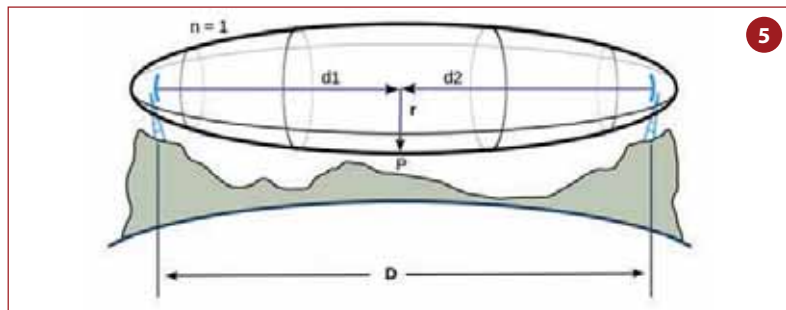
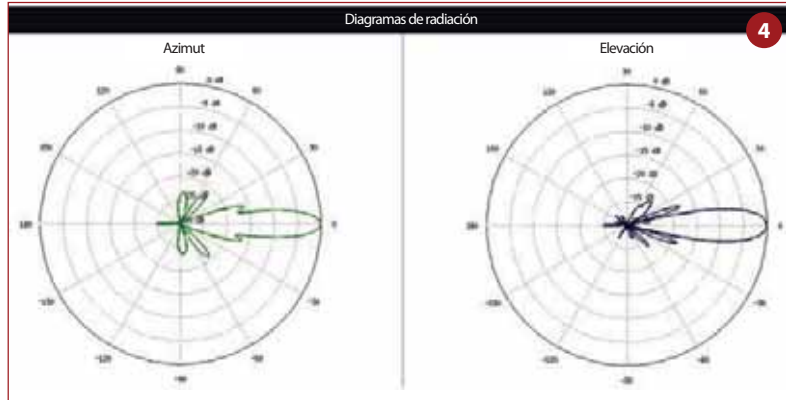
Tal como se ve en la figura, si cortamos con dos planos, uno horizontal y otro vertical, pasando por el centro del gráfico, tendríamos lo que se llama el diagrama de radiación horizontal y vertical. Dado que el movimiento vertical es llamado elevación y el movimiento horizontal es llamado azimut, los diagramas de radiación también suelen llamarse Diagramas de Azimut y Diagramas de Elevación (*Azimuth plot* y *Elevation plot* respectivamente, gráfico 3). Hoy pueden realizarse gráficos en 3D, pero lo cierto es que con un corte vertical y otro horizontal ya tenemos la información suficiente para la mayoría de las aplicaciones.

Tras la introducción, podemos decir que un diagrama de radiación es un gráfico polar y por esto se entiende que tiene grados y magnitud: los grados son los de un círculo de 360° y los anillos estarían indicando la magnitud de atenuación, generalmente en dB. Estos diagramas son muy importantes, ya que dan una idea rápida y global de la direccionalidad de la antena. En el gráfico 4 vemos un diagrama de radiación de una antena en la que el primer anillo, el más pequeño, representa -25 dB; el siguiente, -20 dB, y luego continúan con -15 dB, -10 dB, -5 dB y 0 dB.

En estos gráficos se puede especificar lo que se llama la direccionalidad de la antena en grados. Cuando hablamos de una antena sectorial de 90°, lo que estamos diciendo es que por fuera de esos 90° la antena tiene la mitad de potencia de la que tiene en el punto de mayor ganancia. Si volvemos un poco para atrás (*ver la primera parte, publicada en RNDS N° 92*), veremos que la mitad de la potencia es -3 dB. Para el caso del diagrama al que nos referimos se puede ver que son muy angulares; y si bien el anillo de -3 dB no está marcado, se encuentra entre 0 dB y -5 dB, lo cual da apenas unos grados de amplitud.

Cada proveedor de antenas utiliza y genera los diagramas como más le conviene. Algunas modificaciones que podrían encontrar son con respecto a qué indican los anillos potencia: podrían indicar dB, tensión o potencia.

El fabricante realiza este gráfico ubi-



cando la antena en una plataforma móvil y haciéndola rotar sobre su eje mientras que, en un punto de medición fijo, se va guardando la potencia medida, incidente, por grado de rotación, con la antena transmitiendo una potencia conocida.

Para terminar con los diagramas de radiación, resta mencionar que:

- El lóbulo principal es el de mayor tamaño y alcanza el círculo de las coordenadas polares correspondientes a 0 dB. Es decir, no presenta atenuación alguna de la señal.
- Existen lóbulos secundarios, de menor amplitud y mayor atenuación.

#### LÍNEA DE VISTA

La línea de vista se refiere a la situación en la que las antenas literalmente se ven entre sí. En inglés se la llama *Line Of Sight* (LOS). También hay tecnologías llamadas NLOS (*Non Line of Sight*), que aún funcionan con rebotes de la señal.

Ningún equipo que necesite traficar grandes anchos de bandas lo hace bien sin línea de vista, porque para transferir gran cantidad de datos se necesitan frecuencias altas y cuando las frecuencias son altas, las ondas electromagnéticas se comportan de manera cada vez más parecida a la luz (una onda electromagnética de frecuencia muy alta).

#### ZONA DE FRESNEL

Es un volumen del espacio alrededor de la línea imaginaria que une ambas antenas que define un elipsoide de

revolución, es decir un elipsoide en 3D, según se aprecia en el gráfico 5. Este volumen debe estar despejado de objetos que impidan el paso de la onda, al menos en un 40%.

¿Por qué?: imaginemos una onda que parte de la antena 1 y llega a la antena 2 habiendo recorrido la línea que une ambas antenas. Ahora bien, a la antena receptora también llegan otras ondas que partieron de la antena de 1 pero que no hicieron el camino directo sino que rebotaron en algún objeto. Esas ondas, entonces, recorrieron un camino más largo que aquellas que lo hicieron en la línea directa.

Cuando la diferencia entre esos caminos empieza a ser comparable a la longitud de la onda de la señal que transmitimos, aparecen interferencias en la antena de recepción, que podrán ser constructivas o destructivas. Constructivas en tanto la fase sea menor a 180° y destructivas cuando la diferencia de fase este entre 180 y 360°. Mientras las diferencias de esos caminos no sean mayores a la mitad de la longitud de onda, la interferencia será aditiva. Pero cuando la diferencia entre la señal directa y la indirecta llega a ser la mitad de la longitud de onda, entonces tenemos la misma señal que transmitimos pero en contrafase o sea con 180° de diferencia: esto provoca una interferencia destructiva de la señal. De todos modos, la señal que rebotó tiene menor potencia. Si llegara con la misma potencia, la señal recibida sería nula. ■