

PEQUEÑA MITOLOGÍA SOBRE DIAGRAMAS DE RADIACIÓN

El diagrama de radiación de las diversas antenas está bien descrito en la literatura técnica convencional, pero a pesar de ello una interpretación apresurada de las figuras explicativas que acompañan a la teoría produce errores en las conclusiones. El diagrama de radiación horizontal por lo general es bien comprendido, pero con el diagrama de radiación vertical aparece cierta confusión. Tomemos por ejemplo una figura típica del handbook.

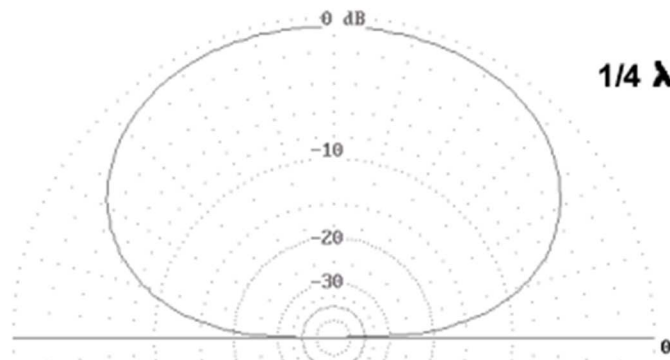


Diagrama de radiación a $\frac{1}{4}$ de onda

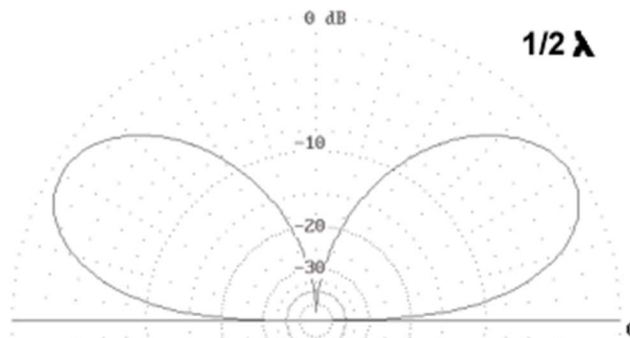


Diagrama de radiación a $\frac{1}{2}$ onda

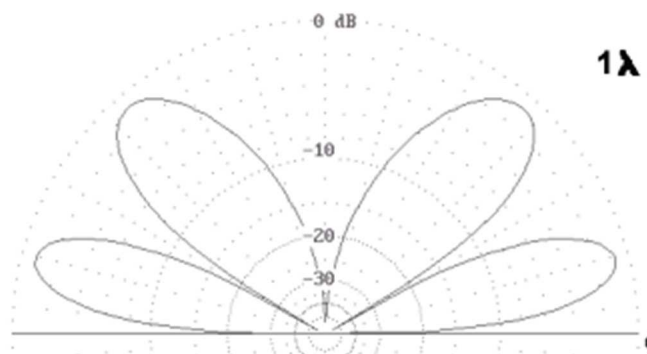
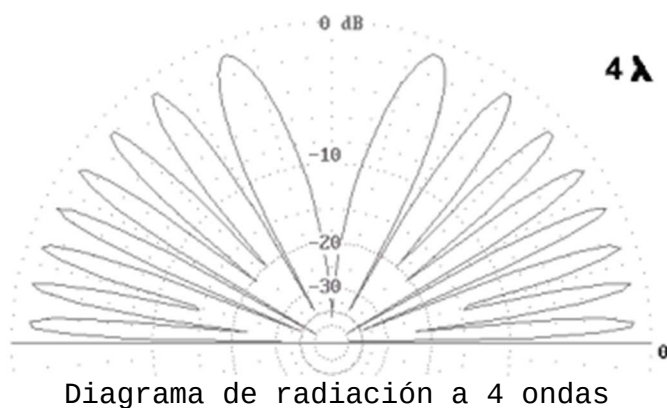
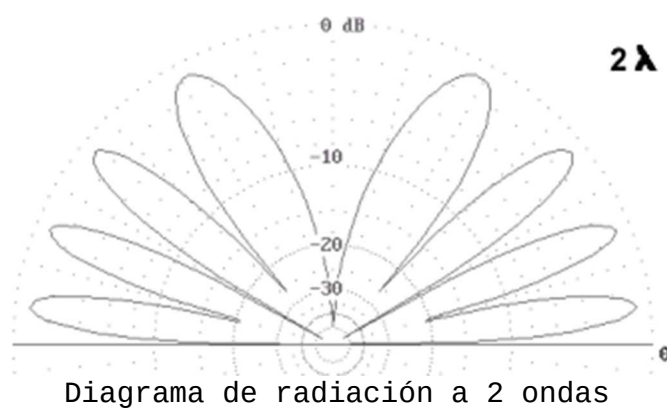


Diagrama de radiación a 1 onda

En la figura de arriba vemos el diagrama de radiación vertical de un dipolo de $1/2$ onda a media onda de altura sobre tierra, el cual presenta un lóbulo principal con un ángulo de unos 30 grados, pero también suele aparecer acompañado del diagrama para alturas de $1/4$ y una onda. Prestando atención al dibujo correspondiente, queda claro que al aumentar la altura respecto de la tierra el lóbulo que era solo uno para una altura de $1/2$ onda se convierte en dos para una altura de 1 onda.

Generalmente los ejemplos del libro terminan allí y los autores no hacen suficiente hincapié en que, a medida que se aumenta la altura sobre la tierra, este fenómeno se repite de manera tal que los lóbulos van multiplicándose, hasta que, para una altura de “muchas landas”, los lóbulos llegan a ser muy numerosos.



¿En qué casos la antena se encuentra a “muchas landas” del suelo?, pues claramente en VHF o UHF. No es tan común que suceda en 80m o 40m , pero igualmente se dan algunos casos entre aquellos aficionados que pueden tender sus dipolos entre edificios de gran altura.

Es “vox populi” que “un ángulo bajo de radiación hace posible los comunicados a larga distancia”, pero esta afirmación sin las consideraciones accesorias que debería tener, simplemente se convierte en un error, mejor dicho, un gran error..., especialmente en HF, aunque también en VHF.

No existe "un lóbulo de radiación"

Por lo que hemos visto existen muchos, tantos como $1/2$ ondas haya de altura entre la antena y la tierra, en este caso ¿qué sentido tiene la frase "el lóbulo de radiación de la antena"? o esta otra: "bajar el lóbulo de radiación" o que tal o cual marca de antena "tiene un lóbulo de radiación más bajo...".

Evidentemente carecen de sentido, en cambio es correcto pensar en algún método mediante el cual podamos hacer que aquellos lóbulos de radiación que nos interesan sean aumentados a expensas de los que no nos interesan. De este modo, si, es lícito afirmar que una antena concentra su radiación en los lóbulos más bajos.

Pero atención

Tanto en VHF/UHF como en HF, el factor más importante para conseguir lóbulos bajos es la altura de la antena, en efecto, si observamos cuidadosamente los ejemplos veremos que al aumentar la altura de la antena, no solamente aparecen más lóbulos de radiación, sino que el primero y más bajo de todos ellos tiene un ángulo de elevación menor, mucho menor cuanto mayor sea la altura a la que se encuentre la antena.

Hasta donde sé, este fenómeno es muy poco conocido en los círculos de la radioafición local (de hecho, jamás he oído mencionarlo). Todos saben que aumentar la altura en VHF, por ejemplo, permite alcanzar mayores distancias, especialmente por la obtención de un radio horizonte más lejano, pero no es tan conocido que la altura hace posible que el sistema irradiante emita energía en ángulos más bajos.

¿Y por qué?

Esto sucede porque los lóbulos de radiación verticales de la antena resultan de la composición vectorial del campo directo con el campo reflejado en tierra. Es un error creer que no existe reflexión en tierra en frecuencias elevadas, generalmente se deriva de la asociación con el fenómeno de "propagación por onda terrestre" que solo se produce en frecuencias bajas. La reflexión obedece a leyes distintas y se produce en presencia de una interfase entre dos medios con diferente constante dieléctrica (suelo-aire), así, los rayos que la alcanzan en forma "rasante" son reflejados. Haciendo una analogía, todos hemos visto que, a partir de cierto ángulo de incidencia de la luz, hasta el cristal más transparente se comporta como un espejo.

Una mejor aproximación

Dada una cierta altura de la antena, es posible diseñar sistemas de antena que tienden a concentrar la energía disponible en los lóbulos de radiación más bajos. Por ejemplo, en VHF/UHF es común emplear formaciones de dipolos puestos en fase. Este sistema tiene la propiedad de disminuir la cantidad de energía de los lóbulos que poseen ángulos más próximos a la vertical y aprovecharla canalizándola hacia los que tienen ángulos más bajos, algo así

como colocar un plato encima de una lamparita para no desperdiciar luz redirigiéndola hacia abajo.

En la figura siguiente podemos ver las diferencias entre el diagrama de radiación de un dipolo vertical y el de una formación de cuatro dipolos verticales colineales, que fueron modelados en un CAD para una frecuencia de aproximadamente 100MHz a unos 40 metros de altura al momento de realizar el diseño de las antenas para broadcasting que produce LW7DMG (mi hijo).

En este caso se ha sustituido el plano de tierra real por un plano de tierra ideal para resaltar los lóbulos de radiación. Vemos, de paso, la certeza y confiabilidad en los resultados con la que podemos predecir el comportamiento de estos sistemas de antena estándar. Nótese como se han reducido los lóbulos a partir de los 30 grados de elevación.

Nótese también que los extremadamente bajos lóbulos posibles en VHF para una dada altura, son los que hacen que estas bandas superen en mucho a las de HF en los posibles comunicados locales (ópticos), pues a pesar de que la antena de HF se encuentre emplazada a la misma altura que la de VHF, su lóbulo más bajo será mucho más alto que el más bajo de la de VHF...

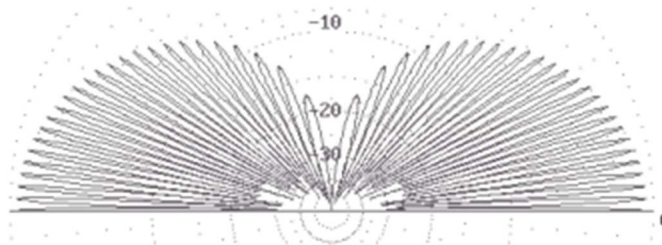


Diagrama de radiación de un dipolo vertical a 40 m

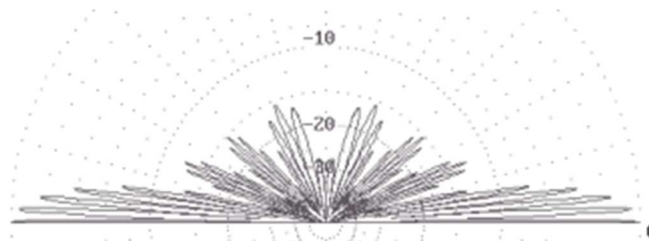


Diagrama de radiación de una formación de dipolos verticales a 40m

¿Es conveniente que la antena de HF se encuentre a gran altura?

Desde un punto de vista general podemos afirmar que sí. El hecho de tener muchos lóbulos de radiación dirigidos hacia distintos ángulos aumenta la probabilidad de que alguno de ellos coincida con el óptimo para una determinada distancia de salto. Pero solo "desde un punto de vista general". Ahora bien, las propiedades directivas de una antena transmisora son idénticas a sus propiedades como receptora. Esto quiere decir que nuestra antena también tiene una mayor probabilidad de recibir señales provenientes de áreas que no nos interesan, y, si en una o más de ellas se está desarrollando una tormenta eléctrica, lo que

recibiremos de allí será el ruido de los estáticos, el cual naturalmente, interferirá a las señales que intentamos recibir por medio del lóbulo que favorecía el contacto.

¿Es conveniente que la antena tenga un diagrama con preponderancia de los ángulos bajos?

Este es otro lugar común. En general, para lograr saltos de mayor distancia puede afirmarse que sí, pero la afirmación "en general" rápidamente se convierte en "ley" y es común escuchar que la mejor antena es aquella que tiene "ángulos de disparo bajos". Esto tampoco es cierto, porque si bien se considera que ángulos comprendidos entre 3° y 25° favorecen las comunicaciones a larga distancia, no significa que "la receta" se cumpla siempre. En un dado momento es posible que el mejor ángulo para una comunicación a larga distancia sea 5° , mientras que en otro pudiera ser 20° y en un tercero 45° .

Por ende, la mejor antena, será naturalmente aquella que permita realizar la comunicación con la mejor calidad de señal posible. El radioaficionado haragán bien puede conformarse con una antenita que "en promedio" favorezca ciertos comunicados de larga distancia, pero seguramente el más emprendedor no dudará ni un segundo en aprovechar los ángulos más favorables que bien puede provenir del simple dipolo ordinario.

También puede mencionarse que en muchas ocasiones resultará conveniente un ángulo elevado (inclusive cercano a los 90 grados), especialmente en 160 y 80 metros, donde la señal reflejada desde arriba facilita las comunicaciones locales. En 40m, aunque la frecuencia crítica casi siempre está por debajo de 7MHz, igualmente pueden aprovecharse los ángulos elevados aunque menores de 90 grados con el mismo fin.

Una solución simple pero extraordinariamente efectiva puede lograrse mediante un simple juego de roldanas que permita variar la altura sobre el suelo de nuestro modesto y fraternal dipolo. Si Ud. observa los lóbulos de radiación para alturas situadas entre $1/2$ y 2 longitudes de onda, verá la interesante capacidad de control que se logra con este método. Tanta como la que resulta de una onerosa direccional. No es para desaprovechar...

Inclusive en VHF donde se supone que un ángulo bajo favorecerá enfocar la energía sobre la antena del correspondiente, hay que ver el beneficio de los ángulos elevados, especialmente en comunicados a cierta distancia. Es sabido que uno de los modos de comunicación más frecuentes para lograr contactos más allá de la vía óptica es la denominada "dispersión troposférica". Este modo de propagación, muy dependiente de las condiciones climáticas y que hace posible realizar frecuentemente comunicados hasta unos 500km y a menudo mucho más, se basa principalmente en que la radiación alcance zonas del cielo en la que se producen los disturbios responsables de este modo de propagación. Una sola antena con un ángulo muy bajo hará que se desaprovechen estas posibilidades cuando las

distancias involucradas sean menores que las máximas posibles por este método.

La ganancia, otro "cuasi-mito"

Es muy común escuchar una afirmación similar a la siguiente "la Yagi de tres elementos tiene una ganancia de 6dB". Si alguien dijera que el auto marca ACME "tiene una velocidad de 100km por hora", se advertiría de inmediato que la frase "falla" un poco. Lo correcto sería afirmar "la velocidad máxima de un ACME es 100km por hora", por ejemplo.

Todos sabemos que la ganancia de la Yagi está dada para la dirección en que apunta, podrá decirse: - así es-, pero estamos pensando en la dirección en la rosa de los vientos ¿y qué hay de la dirección en los ángulos verticales de radiación? ¿En qué ángulo vertical la Yagi tiene esa ganancia...?

¿Es posible que para un dado ángulo vertical un simple dipolo tenga más ganancia (en la misma dirección de la rosa de los vientos) que la Yagi?, La respuesta es: SI...

El "cuasi-mito" es entonces creer que la antena tiene una ganancia "fija", en su dirección de máxima y que, si el correspondiente se encuentra en esa dirección, podemos obtener los dB deseados. Eso sería cierto únicamente si el correspondiente estuviera en esa misma dirección, tanto vertical como horizontal (o que se encuentre justo a la distancia de salto a la que llega el lóbulo principal azimutal).

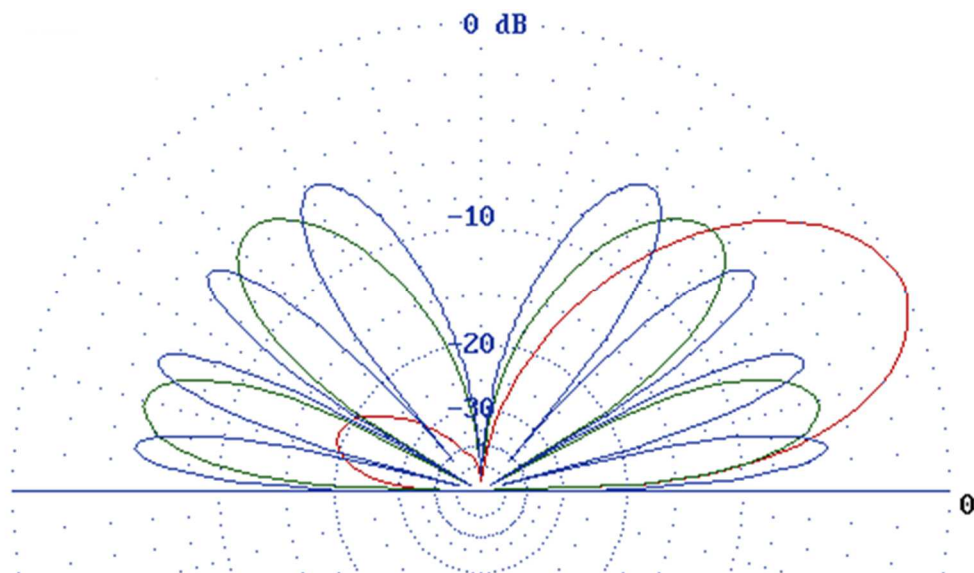
La definición de ganancia nos pide la dirección en la cual se especifica la misma y si no se la especifica recién entonces si emplea "la dirección de máxima ganancia". A nosotros si nos interesa esa dirección, especialmente la vertical, porque de ella dependen las posibilidades de un enlace realizado por refracción ionosférica. Emplear la "ganancia de una antena en el espacio libre" como medio de comparación entre antenas en su emplazamiento real es un error muy común.

Comparemos los diagramas de radiación vertical de la figura de abajo de tres antenas para la banda de 20 metros, sobre terreno conductor ideal para claridad de los dibujos. Hemos realizado los modelos mediante diseño asistido con ELNEC, superpuesto los diagramas de radiación resultantes en una sola figura para comparación.

En rojo el correspondiente a una Yagui de 3 elementos monobanda sin bobinas de carga, (es decir lo mejor) a media longitud de onda de altura.

En verde el de un dipolo horizontal a una longitud de onda de altura.

En azul el de un dipolo horizontal a dos longitudes de onda de altura.



Es fácil ver que a una elevación de unos 50° ya el dipolo a 1 longitud de altura tiene la misma ganancia que la Yagi, mientras que en un ángulo tan bajo como aproximadamente 5° el dipolo a 2 longitudes de altura la aventaja en un par de dB's. Claro, es injusto comparar la Yagi a baja altura con un dipolo al cuádruple, pero también es más fácil y habitual montar un dipolo de 14MHz a 40m de altura que una Yagi "full size" a la misma... (No estamos olvidando que la direccional presenta sus propias ventajas adicionales en recepción nada desdeñables debidas a la importante disminución del ruido recibido de las direcciones azimutales que no interesan).

Vemos, entonces, que hasta un humilde "dipolito" puede deparar al radioaficionado experimentador interesantes y nada desdeñables comunicados.

Fenómenos nunca tenidos en cuenta

Hay fenómenos que jamás son tenidos en cuenta a la hora de experimentar o instalar nuestras antenas.

Por ejemplo, todo el mundo sabe que al utilizar su handie de VHF debe hallar la mejor posición para su antena incorporada. Eso puede significar correrlo unos centímetros lateral o verticalmente, o inclusive hasta llegar a inclinar la antena. Las variaciones de señal que se producen, son dramáticas, muchas veces superan los 15dB o 20dB.

¿Cómo es posible que en el momento de instalar la antena en nuestra torre solo consideremos la mayor altura posible y como única alternativa la instalación de una direccional, dejando de lado una experiencia tan significativa como la que resulta de cambiar la posición de la antena del handie que la mayoría de nosotros ha experimentado?

¿Qué tal intentar montar sobre nuestro rotor un brazo con una omni que se encargue de hacer lo que hacemos habitualmente con nuestra mano en el handie o con el embrague en la móvil?
Subir o bajar unos metros el cuartito de onda o la Ringo con una simple cuerda bien podría ser una experiencia sorprendente...

Conclusiones

Creo que el aficionado experimentador encontrará en estos párrafos una serie de provocativas iniciativas para encarar cuando llega el buen tiempo. También considero que es fácil deducir de ellos que una estación cuyo responsable recuerde que el 90% de su capacidad depende de la antena, encontrará que instalar irradianes para diversas condiciones es una manera de operar que hace honor a nuestras mejores tradiciones, nos permite experimentar y aprender y por sobre todo escuchar bien, algo que ningún amplificador de 1, 2 o 10KW logrará jamás.

Autor: Miguel R. Ghezzi (LU6ETJ)