

Antena Beverage

No agotará su sed de conocimientos pero, ciertamente, satisfará su búsqueda de una antena de banda baja de funcionamiento óptimo. Diseñada hace 75 años, la antena Beverage se considera todavía como una de las mejores antenas direccionales de baja frecuencia.

Por Joseph J. Carr, K4IPV de Popular Electronics®

La antena Beverage (o Wave) es considerada por muchos expertos como la mejor antena receptora disponible para Frecuencias Muy Bajas (VLF: Very Low Frequency), para la banda de radio de AM (BCB: Broadcast Band), para las ondas medias (MW: Medium Wave) o para la Banda Tropical que se ubica en la parte baja de la banda de Alta Frecuencia (HF). La antena Beverage fue usada en 1922 por la RCA en su estación de Riverhead, Long Island, NY y una descripción técnica de la misma apareció en la revista QST en noviembre de 1922. El autor de la nota fue el Dr. Harold Beverage, de quien tomó su nombre. Se dice que la Marina de los EE.UU. levantó, durante la segunda guerra mundial, una antena Beverage en una granja en Hawai para escuchar las emisoras metropolitanas japonesas que transmitían en la banda de radio de AM. El Dr. Beverage, un pionero en radiocomunicaciones, fue galardonado con el Certificado de Reconocimiento por el Cuerpo de Señales del Ejército de los EE.UU. en 1944, por sus numerosas contribuciones en tiempo de guerra a los sistemas de comunicaciones del Ejército. El Dr. Harold H. Beverage murió, en enero de 1993, a la edad de 99 años.

Propiedades

de la antena Beverage

La antena Beverage es una antena de muy especial diseño y su largo es de más de una longitud de onda (1λ), aunque algunos autores sostienen que $>0,5\lambda$ es suficiente. La antena Beverage presenta buena directividad y ganancia desde las bandas de muy bajas frecuencias (VLF) hasta las ondas medias (MW), aunque buenos resultados son relativamente fáciles de obtener hasta la banda de los 31 metros (9,5 MHz). Algunos intentos han sido hechos de hacer trabajar a las antenas Beverage en bandas tan altas como la Banda Ciudadana de 11 metros o la banda de aficionados de 10 metros (28,0 - 29,7 MHz).

En recepción (y por aplicación del principio de la reciprocidad, también en transmisión), la antena Beverage trabaja con ondas

polarizadas verticalmente que llegan con ángulos bajos de incidencia. Estas condiciones son normales en la banda de radiodifusión de AM, donde casi todas las antenas transmisoras están polarizadas verticalmente. Además, es relativamente compatible con la propagación por onda terrestre y por onda celeste que se encuentra en las bandas de muy bajas frecuencias, radiodifusión de AM y en las frecuencias bajas de la banda de ondas medias. Sin embargo, cuando sube la frecuencia, dos factores se vuelven cada vez más importantes. Primero, aumenta la posibilidad de la polarización horizontal, debido a que las longitudes de onda más cortas de esas frecuencias hacen más fácil la construcción de antenas horizontales. Segundo la propagación de las ondas cortas se hace menos compatible a las frecuencias más elevadas. La polarización de las señales recibidas no sólo cambia en esas bandas, sino que constantemente lo hace cuando las condiciones se tornan inestables. Es la fuerte dependencia de la antena Beverage sobre la relativamente constante polarización vertical que me hace sospechar de lo que se afirma que la antena Beverage se comporta lo mismo por encima de la banda de 25 metros.

A las antenas Beverage les encontramos generalmente en las estaciones receptoras. Para un transmisor, las pérdidas a tierra se vuelven grandes comparadas con la energía radiada y la reducción en eficiencia más que compensa cualquier aumento en la directividad.

La Figura 1 muestra una básica antena Beverage de conductor único. Consiste de un solo alambre (Nº 16 a Nº 8, aunque el más común es el Nº 14), tendido entre 2,50 y 3 metros por encima del nivel de tierra. La antena se orienta en la dirección de la señal que se desea recibir (o transmitir). Algunas antenas Beverage no están terminadas (son bidireccionales), pero la mayor parte están terminadas en su extremo final por una resistencia (R) igual a la impedancia característica de la antena. El extremo del receptor (o del transmisor) también está terminado en su impedancia característica pero, generalmente, se necesita un transformador de

acoplamiento para transformar la impedancia de la antena en los 50 Ω usada en la entrada de la mayor parte de los transceptores.

El comportamiento de la antena Beverage depende de si fue levantada en un terreno de pobre conductividad, aunque su resistencia de terminación necesita una muy buena tierra. Así algunos sostienen que las costas arenosas cercanas a los pantanos salados constituyen los mejores sitios para una antena Beverage (exagerando un poco las cosas). La Figura 2 nos muestra por qué se necesita un suelo de pobre conductividad. Los vectores del campo eléctrico E son emitidos desde la perpendicular antena transmisora verticalmente polarizada a la superficie de la Tierra. Sobre un suelo perfectamente conductor, la onda vertical podría permanecer aproximadamente vertical. Pero sobre un suelo que no lo es, las líneas del

campo tienden a curvarse en las proximidades del punto de contacto con el suelo. Como se muestra en el dibujo intercalado en la Figura 2, la inclinación de la onda produce una componente horizontal del vector campo eléctrico E que provoca la aparición de una corriente de RF en el alambre conductor.

La direccionalidad de la antena Beverage es un fenómeno muy interesante. Considerando a la Beverage como una antena receptora, cuando las señales llegan desde cualquier lado perpendicularmente o lateralmente al alambre, todas las secciones del alambre son excitadas en fase una con otra. Cuando estas señales se propagan a lo largo del alambre, ellas alcanzan al terminal receptor esencialmente fuera de fase una con otra y en consecuencia se cancelan. Así la antena Beverage presenta ceros muy profundos hacia los lados a an-

gulos rectos al alimbre. El diagrama de directividad de una antena Beverage de 1λ de longitud terminada en su impedancia característica, se muestra en la Fig. 3.

Las señales que llegan desde cualquier terminal del alambre producen situaciones eléctricas que son similares una a otra, pero que producen resultados opuestos. Señales desde cualquiera de las dos direcciones se instalan en fase reforzando la onda en los extremos finales. Las señales que llegan desde la dirección delantera se propagan a lo largo del alambre hacia el terminal receptor y constituyen una resultante que es captada por el receptor. Las señales que llegan desde atrás, como están en fase, también se refuerzan y se propagan hacia el resistor de terminación donde son absorbidas por el mismo y por lo tanto se pierden. Si el resistor de terminación R está adaptado a la impedancia característica de la antena, Z_0 , no habrá componente reflejada a lo largo del alambre (lo cual podría reducir la profundidad del cero posterior).

La Beverage y las

líneas de transmisión

Un buen modelo para la antena Beverage es pensarla como una línea de transmisión de conductores paralelos uno bueno, el alambre conductor, y otro malo, el suelo que está debajo. Como con cualquier línea de transmisión, la onda eléctrica en el alambre tiene una más baja velocidad de propagación si se la compara con la velocidad de propagación que tiene una onda electromagnética (EM) en el espacio libre. La onda EM viaja en el espacio libre a la velocidad de la luz (simbolizada con la letra c), mientras que la señal eléctrica en el alambre, establecida por la onda EM pasante, viaja a una velocidad de 0,85 a 0,98 c, dependiendo del diseño e instalación de la antena. El factor de velocidad (k) es la relación entre la velocidad real de la onda (v) y su velocidad en el espacio libre (c) o sea $k = v/c$. El factor de velocidad se expresa a veces como un decimal (p.e. 0,90) y a veces como un porcentaje (p.e. 90%). El factor de velocidad para la antena Beverage aumenta con su altura, aunque su velocidad de crecimiento disminuye lentamente para alturas por encima de los 3 metros.

Todas las líneas de transmisión tienen un atributo que se conoce como impedancia característica y que se simboliza por Z_0 . Aunque la definición rigurosa es un poco más compleja, es posible definir Z_0 en términos de lo que sucede en los circuitos prácticos. Si una señal eléctrica se aplica a una línea de transmisión que está terminada en su extremo distante por una resistencia (R) igual a su Z_0 , entonces toda la potencia de la señal incidente se irradia como una onda EM o es absorbida por la resistencia de terminación y ninguna señal se refleja hacia atrás hacia el extremo donde se encuentra la fuente transmisora.

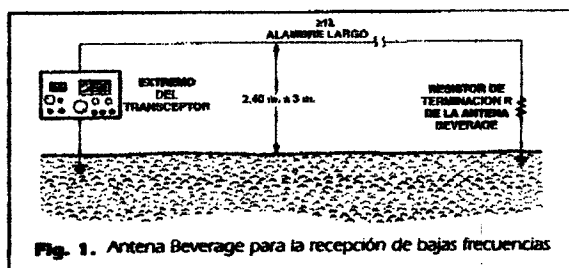


Fig. 1. Antena Beverage para la recepción de bajas frecuencias

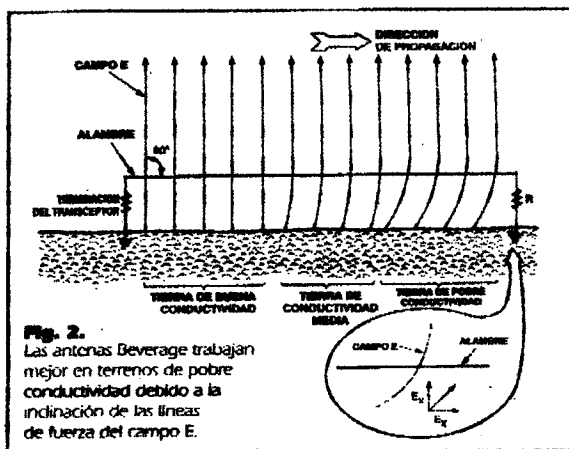


Fig. 2. Las antenas Beverage trabajan mejor en terrenos de pobre conductividad debido a la inclinación de las líneas de fuerza del campo E.

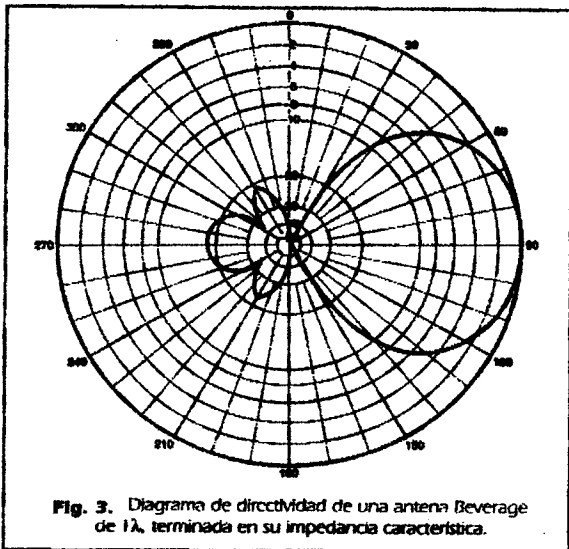


Fig. 3. Diagrama de directividad de una antena Beverage de 1λ , terminada en su impedancia característica.