

# LA ANTENA EH

## Introducción

Aunque la antena EH está en uso hace unos pocos años, muchas personas todavía dudan en aceptar un principio nuevo para el funcionamiento de las antenas, porque la antena Hertz ha estado en uso por más de 120 años. Probablemente la mayor razón es una explicación deficiente del nuevo principio. También uno se pregunta, después de tanto tiempo ¿por qué cambiar ahora? Este documento define el principio de la antena EH y sus beneficios. En la realidad, la antena EH es nada más que una antena Hertz alimentada con una red de cambio de fase que permite que la irradiación ocurra muy cerca, en la antena, y con algunos beneficios.

Para poner esto en la perspectiva apropiada, el circuito equivalente de la figura 1 es la base de nuestra discusión. La RF se alimenta a la antena desde la fuente a través de una red de desplazamiento de fase seguida por una red de adaptación. El propósito de la red de adaptación es proveer una impedancia adecuada a la antena. Por ahora, no nos ocuparemos de la red de fase, mientras definimos la antena Hertz. La antena EH es una antena Hertz modificada; por lo tanto, los detalles de esta antena deben ser asimilados primero.

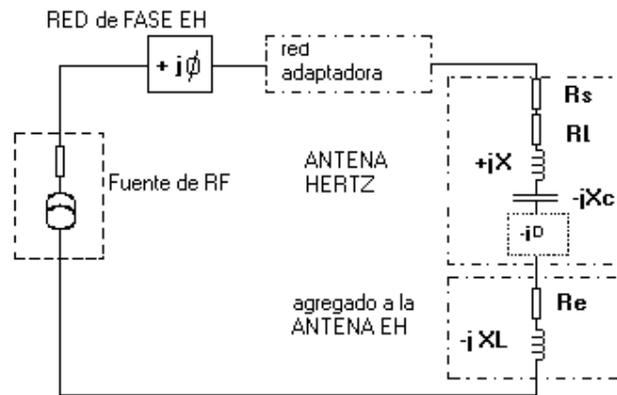


Figura 1 . CIRCUITO EQUIVALENTE

Figura 1

## La antena Hertz

El circuito equivalente de una antena Hertz está constituido por una resistencia de radiación (RR) y una resistencia de pérdida (RL), además de dos reactancias, una inductiva y otra capacitiva, indicadas respectivamente como (+jXL) y (-jXC). Cada una de estas tienen un valor que es una función directa de las características físicas de la antena. Las antenas Hertz cortas son capacitores (o condensadores) con una inductancia muy baja. En este caso una inductancia externa se agrega para anular la reactancia capacitiva, así la antena se vuelve resonante.

La palabra resonancia se usa para indicar que la corriente aplicada a la antena está en la fase con el voltaje aplicado, permitiendo así la máxima corriente, y así transferir el máximo de potencia desde la fuente a la antena.

Cuando el tamaño de la antena aumenta, ambos factores, la capacidad y la inductancia, aumentan hasta que sus reactancias son iguales cuando el largo de los elementos de la antena están cercanos a  $1/4$  de longitud de onda, permitiendo que la antena sea auto-resonante. Estas antenas más grandes también tienen una resistencia más alta de radiación y una resistencia más alta de pérdida. Si la antena es corta en longitud pero grande en el diámetro, tendrá una alta capacidad y una baja inductancia. El efecto es reducir la cantidad de inductancia externa necesaria para la resonancia, y así efectivamente se aumenta el ancho de banda. Y dado que la pérdida en la inductancia externa es proporcional a la inductancia, se aumenta la eficiencia del sistema (la antena + la red).

La función indicada como  $(-jD)$  representa el cambio de fase entre el voltaje aplicado y el desplazamiento de la corriente a través de la capacidad natural de la antena. Esto significa que el campo H de la antena Hertz está en fase con el campo E. Esto debería ser una parte integral de cada antena Hertz, pero no se ha aceptado de hecho y, nada podía hacerse (hasta ahora) más que simplemente ignorarlo.

#### **La antena EH**

La antena Hertz se convierte en una antena EH insertando una red de desplazamiento de fase. Simplemente agregando una red de cambio de fase. Esto anula el efecto de  $-jD$ . Cuando la fase de la corriente desde la fuente se atrasa 90 grados al voltaje, esto ocasiona que los campos E y H de la antena estén en fase. Este es el criterio para el desarrollo de la radiación como se define según el Teorema de Poynting. Y también hace que aparezcan en la antena los siguientes componentes: una resistencia adicional de radiación (RR) que se agrega y mejora la eficiencia de la antena y mejora el ancho de banda, y una inductancia  $(+jXL)$  que se agrega debido al desplazamiento de la corriente en la capacitancia natural de la antena. Esto efectivamente aumenta la capacitancia de la antena restándole de  $-jXC$ , reduciendo la cantidad de inductancia de sintonía necesaria en la red de acoplamiento para hacer resonante el sistema, reduciendo las pérdidas en el inductor de sintonía y bajando el Q. Este componente efectivamente aumenta la capacitancia por un factor de la raíz cuadrada de dos para antenas EH muy pequeñas que no tienen bobinas de sintonía.

Se hace notar que el valor individual de cada componente agregado es una función de la configuración física de la antena Hertz original. Por ejemplo, un pequeño dipolo EH no tiene casi ninguna inductancia debido a que los conductores son muy cortos. Porque una pequeña antena EH no tiene un campo H desarrollado por una inductancia concentrada en una bobina, puede ser muy pequeña y exhibir una alta eficiencia y un ancho de banda grande. Adicionalmente, partiendo del principio de traer el comienzo de la radiación desde el campo lejano de la antena a la propia antena, no se requiere más campos E y H grandes y así la EMI (Interferencia Electro Magnética) es virtualmente eliminada. Cuando se usa como una antena receptora, no responde a los campos locales independientes E o H, así la señal suministrada es superior en la relación señal-ruido.

#### **En resumen**

##### Diferencias entre una antena EH y una Hertz

El voltaje y la corriente aplicada a la antena Hertz están en la fase, por lo tanto, los campos E y H no están en fase, así la radiación efectiva no ocurre hasta una gran distancia desde la antena.

Una apropiada red de desfasaje permite a la antena Hertz llegar a ser una antena EH, donde un desfasaje de 90 grados en atraso entre la corriente y el voltaje aplicado a la antena produce los campos E y H en fase, por lo tanto, la antena EH es capaz de transformar la energía del transmisor directamente en radiación. Esta es la base de la patente de la antena EH.

#### Descripción física de los campos E y H de la antena

Para una mejor comprensión del principio de la antena EH, es necesario mirar los campos E y H. En el siguiente dibujo de una antena Hertz, se observa el campo E que es generado por el voltaje aplicado. El campo HL es generado por la corriente en la inductancia del conductor de la antena, así éste está atrasado (desfasado) en el tiempo. Aquí nosotros usamos la convención del reloj para el atraso y el adelanto. El campo HD es desarrollado por la corriente desfasada (en adelanto) en la capacitancia natural de la antena, así se obtiene el voltaje en fase (en el mismo momento).

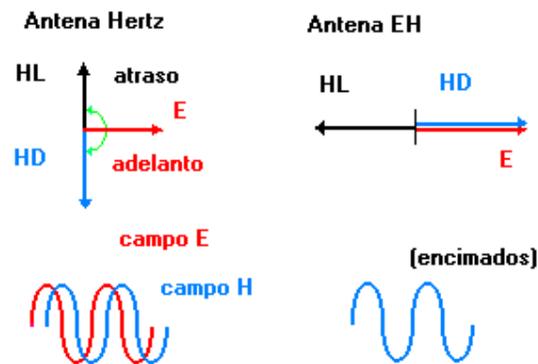


Figura 2

En este dibujo puede verse que la radiación no puede crearse en la antena Hertz porque los campos E y H no están en fase. Para este análisis solo estamos interesados en la fase relativa de los campos, no en la amplitud. Ahora vemos que la antena EH se crea por cambiar la fase relativa de la corriente aplicada respecto del voltaje aplicado. Esto hace que el campo HL sea retrasado 90 grados adicionales, y está ahora desfasado 180 grados al voltaje aplicado. El campo HD también se retrasa 90 grados y está ahora en fase con el voltaje aplicado. En otros términos, el vector HL / HD se rota en sentido contrario al movimiento de las agujas del reloj. Parecería que HL se resta desde HD, dado que ellos están 180 grados desfasados entre sí. Sin embargo, se cree que el campo H útil de cualquier antena es ocasionado por la corriente desfasada en la capacitancia natural. Como evidencia de esto, un muy pequeño dipolo EH tiene casi ninguna inductancia, así HL es casi 0. Dado que E y HD están en fase, la radiación se crea directamente en la antena. Esto también implica que podemos tener una antena muy eficiente, dado que no hay resistencia de pérdidas asociada con HD. Adicionalmente, dado que E y HD están en fase, es que se permite que la potencia sea radiada, o sea que se crea una gran resistencia de radiación indicando una eficiente capacidad de transferir energía, desde la antena EH, en radiación. Como hay necesariamente una relación física entre los campos E y H para producir radiación según el Teorema de Poynting, lo indicado anteriormente no puede ser realizado usando un adelanto de fase en la red de la antena EH, más bien se obtiene con un retardo de fase. Esta es una evidencia adicional de que el campo H de todas las antenas es desarrollado por la corriente desfasada.

¿Cuál es el tamaño mínimo de una antena EH? Es determinado por la ineficacia permisible para el uso destinado, que es dictado por la cantidad de capacitancia de la antena, resultando en la necesaria inductancia de sintonía externa con sus pérdidas asociadas. Como se vio antes, una pequeña antena EH no tiene ninguna

pérdida medible en los conductores, así la pérdida total está en la red adaptadora de fase. Esta es típicamente una fracción pequeña de un dB. Como ejemplo, una antena dipolo EH con elementos de 0.005 longitud de onda y un diámetro de 1/3 de la longitud del elemento produce un nivel de radiación mayor que un dipolo Hertz de 1/2 longitud de onda. Todo lo expresado anteriormente define el principio de la Antena EH.

## **Apéndice**

### Síntesis del vector de Poynting

Los siguientes criterios son necesarios para la creación exitosa según el vector de Poynting:

- 1) Ambos campos E y H deben existir en el mismo volumen del espacio.
- 2) El campo H debe estar en ángulo recto al campo E.
- 3) Los campos E y H deben estar en el orden de  $377\Omega$ .
- 4) Los campos E y H deben tener la misma curvatura.
- 5) Los campos E y H deben estar en fase.

Autor: Ted (W5QJR)  
Traductor: Carlos (LU4HIY)