

Antena loop magnética para HF: diseño y construcción

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Radioafición HF/VHF/UHF

Etiquetas: Sin etiquetas

Antena loop magnética para HF: diseño y construcción

La antena loop magnética (MLA, Magnetic Loop Antenna) es una de las mejores opciones para operar en HF desde espacios reducidos como balcones, terrazas o áticos. Con un diámetro de apenas 1 metro puede cubrir bandas de 40 a 10 metros con un rendimiento sorprendente. Su secreto está en el condensador variable de alto voltaje que la sintoniza y en la calidad de los conductores utilizados. Esta guía explica la física, el diseño y la construcción detallada de una loop magnética funcional.

Principios de funcionamiento

Una loop magnética es un circuito resonante LC formado por un bucle conductor (inductancia L) y un condensador variable (capacidad C). El bucle tiene una circunferencia mucho menor que la longitud de onda (típicamente entre $1/10$ y $1/4$ de λ), lo que la convierte en una antena eléctricamente pequeña. A pesar de su tamaño, su eficiencia puede superar el 80-90% en las bandas altas de HF si se construye con buenos materiales.

El campo predominante en las proximidades de la antena es magnético (de ahí su nombre), lo que la hace relativamente inmune al ruido eléctrico urbano. Esta característica es extremadamente valiosa en entornos residenciales con fuentes de interferencia como cargadores, fuentes conmutadas y luces LED.

Ventajas: Tamaño compacto (1-1,5 m diámetro para HF), rechaza ruido eléctrico urbano, no necesita radiales ni tierra, patrón bidireccional (nulo en el plano del bucle), discreta para instalación en pisos.

Desventajas: Ancho de banda muy estrecho (5-50 kHz según la banda), requiere resintonizar al cambiar de frecuencia, el condensador variable maneja voltajes muy altos (varios kV), potencia máxima limitada por el condensador.

Diseño y dimensiones

Para un diseño práctico que cubra de 40 a 10 metros (7-30 MHz), los parámetros recomendados son:

Parámetro

Valor recomendado

Notas

Circunferencia del bucle

3,14 m (diámetro 1 m)

Compromiso entre eficiencia y tamaño

Material del bucle

Tubo de cobre de 22 mm (tipo L o M)

Mayor diámetro = menor resistencia = mayor eficiencia y Q

Condensador variable

10-250 pF (separación de placas ≥ 2 mm)

Butterfly o split-stator preferido (sin contacto deslizante)

Voltaje en condensador

3-8 kV RMS con 100 W

El voltaje crece con la potencia y la Q del circuito

Bucle de acoplamiento

1/5 de la circunferencia principal

Bucle pequeño interior, opuesto al condensador

La fórmula para calcular la capacidad necesaria en función de la frecuencia es: $C \text{ (pF)} = 1 / (4\pi^2 f^2 L)$, donde L es la inductancia del bucle en henrios. Para un bucle circular de 1 m de diámetro con tubo de 22 mm, $L \approx 1,2 \mu\text{H}$. Esto da un rango de capacidades de aproximadamente 20 pF (28 MHz) a 250 pF (7 MHz).

Construcción paso a paso

La construcción requiere cuidado pero no herramientas especiales:

1. El bucle principal: Comprar 3,3 m de tubo de cobre de 22 mm (fontanería). Doblarlo en forma circular usando un tubo doblador o a mano con cuidado (rellenar con arena para evitar que colapse). Los extremos se acercan a unos 3-5 cm donde se montará el condensador.
2. El condensador variable: Opción A: condensador butterfly comercial de 10-250 pF (MFJ-19, o similar de surplus). Opción B: fabricar un condensador de placas de circuito impreso con separación de 2 mm (soporta hasta 50 W). Opción C: condensador variable de vacío (el mejor, soporta kW, pero caro).
3. Conexión bucle-condensador: Soldar los extremos del tubo de cobre directamente a las terminales del condensador. Usar soldadura de plata si es posible (menor resistencia). Las conexiones deben ser cortas y de baja resistencia; cada miliohmio cuenta en una antena con $Q > 200$.
4. Bucle de acoplamiento: Fabricar un bucle pequeño con cable coaxial RG-213 o RG-8: formar un círculo de unos 63 cm de circunferencia (1/5 del bucle principal). Conectar el alma y la malla en un extremo (cortocircuito), y un conector SO-239 o BNC en el otro. Posicionar diametralmente opuesto al condensador.
5. Motorización (opcional): Acoplar un motor paso a paso o un servomotor al eje del condensador para sintonizar remotamente. Dada la estrechez de banda (puede ser de solo 10-15 kHz en 40 m), la

sintonización remota es prácticamente imprescindible para operar cómodamente.

Rendimiento esperado y precauciones

Con un bucle de 1 m de diámetro en tubo de cobre de 22 mm, el rendimiento varía según la banda:

Banda

Eficiencia estimada

Ancho de banda (-3 dB)

Voltaje en condensador (100 W)

40 m (7 MHz)

10-20%

5-10 kHz

6.000-8.000 V

30 m (10 MHz)

25-40%

10-15 kHz

4.000-5.500 V

20 m (14 MHz)

50-70%

20-30 kHz

3.000-4.000 V

17 m (18 MHz)

65-80%

25-40 kHz

2.500-3.500 V

15 m (21 MHz)

75-90%

30-50 kHz

2.000-3.000 V

10 m (28 MHz)

85-95%

40-60 kHz

1.500-2.500 V

Como se ve, la eficiencia en 40 metros es baja (la antena es solo $1/6$ de λ), pero mejora enormemente a partir de 20 metros. Muchos operadores de loop magnética trabajan DX intercontinental en 20 y 17 metros con solo 50-100 W.

Peligro por alto voltaje: Con 100 W de potencia, el condensador puede tener más de 5.000 voltios entre sus placas. NUNCA toque la antena ni el condensador mientras está transmitiendo. Mantenga la antena al menos a 2 metros de distancia de personas. Los voltajes presentes son letales. Si tiene niños o mascotas, instale la antena fuera de su alcance.

Campos electromagnéticos: La loop magnética genera un campo magnético intenso en su proximidad (menos de 1 metro). No opere con más de 25 W si la antena está a menos de 3 metros de personas. Consulte las recomendaciones de exposición a RF de su administración de telecomunicaciones.

 **Advertencia:** Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.