

SWR y ajuste de antenas: guía práctica

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Radioafición HF/VHF/UHF

Etiquetas: Sin etiquetas

SWR y ajuste de antenas: guía práctica

La ROE (Relación de Ondas Estacionarias), conocida en inglés como SWR (Standing Wave Ratio), es el parámetro más importante para verificar que una antena funciona correctamente. Una ROE alta significa que parte de la potencia transmitida regresa al transceptor en lugar de ser radiada, lo que reduce la eficiencia y puede dañar la etapa final del equipo. Esta guía explica qué es la ROE, cómo medirla y cómo ajustar cualquier antena para optimizarla.

¿Qué es la ROE y por qué importa?

Cuando un transceptor envía señal por el cable coaxial hacia la antena, idealmente toda la potencia es aceptada por la antena y radiada al espacio. Esto ocurre cuando la impedancia de la antena coincide con la del sistema de alimentación (típicamente 50 ohmios). Si hay desadaptación, parte de la energía se refleja de vuelta por el coaxial, creando ondas estacionarias.

ROE (SWR)

Potencia reflejada

Potencia radiada (100W TX)

Estado

1,0:1

0%

100 W

Perfecto (teórico)

1,5:1

4%

96 W

Excelente

2,0:1

11%

89 W

Aceptable

3,0:1

25%

75 W

Mejorable

5,0:1

44%

56 W

Problemático

10,0:1

67%

33 W

Peligroso para el equipo

La mayoría de transceptores modernos tienen circuitos de protección que reducen automáticamente la potencia cuando la ROE supera 2:1 o 3:1. Algunos equipos se apagan directamente con ROE superior a 3:1. Por eso es fundamental ajustar la antena antes de operar.

Instrumentos de medición

Medidor de ROE básico (SWR meter): Se intercala entre el transceptor y la antena. Mide la potencia directa y reflejada simultáneamente. Barato y sencillo, pero requiere transmitir para medir. Modelos populares: Nissei RS-502, Diamond SX-600.

Analizador de antenas: Instrumento autónomo que genera una señal débil y mide impedancia, ROE, reactancia y resonancia sin necesidad del transceptor. Mucho más cómodo y seguro para ajustes. Modelos populares: NanoVNA (económico, desde 30€), RigExpert AA-55 Zoom, MFJ-269.

NanoVNA: Analizador vectorial de redes por menos de 50 euros. Mide ROE, impedancia ($R + jX$), carta de Smith, pérdida de retorno y más. Con el software NanoVNA Saver en un portátil, se convierte en un laboratorio completo de antenas.

Recomendación: Si vas a construir o ajustar antenas con frecuencia, el NanoVNA es la mejor inversión que puedes hacer. Por el precio de un medidor de ROE básico, obtienes un instrumento de laboratorio que te muestra exactamente qué le pasa a tu antena.

Proceso de ajuste paso a paso

El ajuste de una antena sigue siempre el mismo proceso iterativo, independientemente del tipo de antena:

Paso 1: Medir la resonancia actual: Con el analizador, barre el rango de frecuencias de la banda deseada. Busca el punto donde la ROE es mínima. Esa es la frecuencia de resonancia actual de la antena.

Paso 2: Determinar si es larga o corta: Si la resonancia está por debajo de la frecuencia deseada, la antena es demasiado larga (acortar). Si está por encima, es demasiado corta (alargar). Regla simple: frecuencia baja = antena larga.

Paso 3: Ajustar la longitud: Modifica la longitud en incrementos pequeños (1-2 cm por cada MHz de diferencia en HF). Recorta si es larga, añade cable si es corta. En antenas verticales, ajusta también los radiales.

Paso 4: Volver a medir: Después de cada ajuste, vuelve a medir. Repite hasta que la ROE mínima coincida con el centro de la porción de banda que más usarás.

Paso 5: Verificar el ancho de banda: Comprueba que la ROE se mantiene por debajo de 2:1 en todo el rango de frecuencias que necesitas. Si el ancho de banda es insuficiente, considera usar conductor más grueso o un acoplador de antena.

Problemas comunes y soluciones

ROE alta en toda la banda: Probablemente un problema de alimentación: balun defectuoso, conector mal soldado, coaxial dañado o cortocircuito. Desconecta la antena y mide el coaxial solo: debe mostrar circuito abierto (ROE infinita) sin antena.

ROE cambia al tocar el coaxial: Corriente de modo común en el exterior del coaxial. Solución: instalar un choke balun (varias espiras de coaxial en un toroide de ferrita) en el punto de alimentación de la antena.

Resonancia correcta pero ROE no baja de 2:1: La impedancia en el punto de alimentación no es 50 ohmios. En un dipolo, esto suele indicar que la antena está demasiado baja. Elevarla mejora la impedancia. En una vertical, revisar el sistema de radiales.

La ROE cambia con la lluvia: Normal, especialmente en antenas de hilo con aislamiento fino. El agua altera la constante dieléctrica alrededor del conductor. Un acoplador automático compensa estos cambios.

ROE perfecta pero no se hacen contactos: Una carga ficticia (dummy load) tiene ROE 1:1 pero no radia nada. Verifica que la antena realmente radia: pide un reporte a una estación cercana o usa un receptor remoto (WebSDR) para comprobar tu señal.

Precaución: Nunca transmitas con ROE superior a 3:1 de forma prolongada. Aunque la potencia reflejada no "destruya" el coaxial, sí sobrecalienta la etapa final del transceptor y puede dañarla permanentemente. Si no puedes bajar la ROE, usa un acoplador de antena (tuner).

⚠ 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.