

Antena Yagi-Uda: diseño para VHF y principios de ganancia directiva

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Alimentación

Etiquetas: Sin etiquetas

Antena Yagi-Uda: diseño para VHF y principios de ganancia directiva

La antena Yagi-Uda es el diseño directivo más utilizado en VHF y UHF desde su invención en 1926 por Shintaro Uda y Hidetsugu Yagi en la Universidad Imperial de Tohoku, Japón. Su principio es elegantemente simple: un elemento activo (dipolo alimentado) rodeado de elementos parásitos — un reflector detrás y uno o más directores delante — que concentran la energía radiada en una dirección preferente. Con tan solo 3 elementos, una Yagi para la banda de 2 metros (144–146 MHz) alcanza 7–8 dBi de ganancia, suficiente para duplicar o triplicar el alcance de una antena omnidireccional. En contexto de emergencia, construir una Yagi con materiales disponibles (varillas de aluminio, tubos de PVC y cable coaxial) permite establecer comunicaciones VHF fiables a distancias de 50 a 150 km con potencias modestas de 5 a 50 W.

Principios de funcionamiento y elementos de una Yagi

Una Yagi funciona por acoplamiento electromagnético entre sus elementos. El dipolo alimentado es el único elemento conectado al cable coaxial. Los elementos parásitos (reflector y directores) son simples varillas conductoras aisladas del boom que reciben energía por inducción del dipolo y la re-radian con una fase específica determinada por su longitud y separación. El reflector, ligeramente más largo que el dipolo (típicamente un 5 % más), refleja la energía hacia adelante. Los directores, ligeramente más cortos (entre un 5 % y un 10 % menos), guían la onda en la dirección de propagación.

Elemento

Longitud típica (λ)

Separación del dipolo

Función

Reflector

$0,482 \lambda$ ($\approx 5 \% >$ dipolo)

$0,20\text{--}0,25 \lambda$ detrás

Refleja la energía hacia adelante, mejora la relación F/B (frente/espalda)

Dipolo alimentado

$0,460\text{--}0,470 \lambda$

Referencia (posición 0)

Elemento activo, conectado al transmisor/receptor vía coaxial

Director 1

$0,440 \lambda$ ($\approx 5 \%$)

0,10–0,15 λ delante

Primer director, mayor impacto en ganancia

Director 2

0,430 λ

0,20–0,30 λ del director 1

Incrementa ganancia adicional (~1 dB)

Director 3+

0,420–0,415 λ (decreciente)

0,25–0,35 λ entre directores

Cada director adicional aporta ganancia marginal decreciente

La ganancia aumenta logarítmicamente con el número de elementos: una Yagi de 3 elementos ofrece unos 7–8 dBi, una de 5 elementos alcanza 10–11 dBi y una de 10 elementos ronda los 13–14 dBi. Sin embargo, cada director adicional aporta menos ganancia y más complejidad mecánica, por lo que para uso portátil de emergencia el punto óptimo está entre 3 y 5 elementos.

Diseño práctico de una Yagi de 3 elementos para 145 MHz

Para la frecuencia central de la banda de 2 metros (145 MHz), la longitud de onda λ es 2.068 mm (velocidad de la luz 300.000 km/s ÷ 145 MHz). Con este dato se calculan las dimensiones reales de cada elemento.

Elemento

Longitud (mm)

Posición en el boom (mm)

Material recomendado

Reflector

1.038

0 (extremo trasero)

Varilla de aluminio 6 mm Ø o tubo de 8 mm

Dipolo

980 (2 × 490)

420 desde reflector

Dos varillas de 490 mm con gap central de 20 mm para alimentación

Director 1

930

570 desde dipolo (990 desde reflector)

Varilla de aluminio 6 mm Ø

El boom puede ser un tubo de PVC de 25 mm de diámetro exterior y al menos 1.000 mm de longitud. Los

elementos de aluminio se fijan al boom con bridas de nylon o tornillos pasantes. Es fundamental que los elementos parásitos (reflector y director) estén aislados eléctricamente del dipolo, aunque entre sí no importa porque no llevan conexión eléctrica.

Alimentación del dipolo: El dipolo se alimenta en su centro con cable coaxial RG-58 de 50 Ω . El conductor central del coaxial va a un brazo del dipolo y la malla al otro. Para adaptar la impedancia del dipolo (~28 Ω en una Yagi compacta) a los 50 Ω del coaxial se usa un gamma match: una varilla de aluminio de 4 mm paralela a un brazo del dipolo, conectada al conductor central del coaxial mediante un condensador variable o un tramo de cable ajustable. Longitud típica del gamma match para 145 MHz: 120–140 mm, separación de 20 mm del elemento del dipolo.

Patrón de radiación, relación frente/espalda y polarización

El patrón de radiación de una Yagi de 3 elementos en el plano E (conteniendo los elementos) tiene un lóbulo principal con un ancho de haz a -3 dB de aproximadamente 65° en el plano H y 110° en el plano E. La relación frente/espalda (F/B) típica es de 15–20 dB, lo que significa que la señal recibida por detrás es entre 30 y 100 veces más débil que la señal frontal.

Polarización horizontal: Elementos paralelos al suelo. Usada en comunicaciones SSB y CW en VHF. Mejor relación señal/ruido al rechazar señales verticalmente polarizadas (mayoría del ruido urbano). Estándar para trabajo DX en VHF.

Polarización vertical: Elementos perpendiculares al suelo. Compatible con las estaciones móviles y portátiles que usan antenas verticales (la mayoría de walkie-talkies y móviles). Preferida para comunicación FM local y repetidores.

Altura sobre el suelo: La altura mínima recomendada es $\lambda/2$ ($\approx$ 1 metro para 145 MHz). A mayor altura, el ángulo de radiación desciende, favoreciendo las comunicaciones a larga distancia. Para DX troposférico, alturas de 2λ a 4λ (4 a 8 metros) son ideales.

En una situación de emergencia, orientar la Yagi hacia el repetidor más cercano o hacia la estación base del grupo multiplica drásticamente el alcance respecto a una antena omnidireccional. Con 5 W y una Yagi de 3 elementos a 5 metros de altura, el alcance en terreno llano sobre línea de vista puede superar los 80 km.

 **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.