

## 0.1 Isotrópica

La antena isotrópica es una antena hipotética sin pérdida (se refiere a que el área física es cero y por lo tanto no hay pérdidas por disipación de calor) que tiene intensidad de radiación igual en todas direcciones. (IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms, 1979).

Sirve de base de referencia para evaluar la **directividad**. La antena isotrópica no es una antena, sino un concepto de referencia para evaluar a las antenas en su función de concentración de energía y a las pérdidas por propagación en el espacio libre en los enlaces de radiofrecuencia. Su patrón de radiación es una esfera.

Cada aplicación y cada banda de frecuencia presentan características peculiares que dan origen a unos tipos de antenas especiales muy diversas. Los tipos más comunes de antenas son los que se explican en los siguientes apartados.

## 0.2 Dipolo simétrico y asimétrico

**Definición 0.1 — Antena armónica.** Si se dispone de un número entero de semiondas, el dipolo recibe el nombre de **antena armónica**. La longitud de la antena armónica es:

$$l = p \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

Donde:

- **l**: Longitud de antena. (m)
- **p**: Número de armónicos.
- **λ**: Longitud de onda. (m)

## 0.2.0.1 Campo de un dipolo simétrico

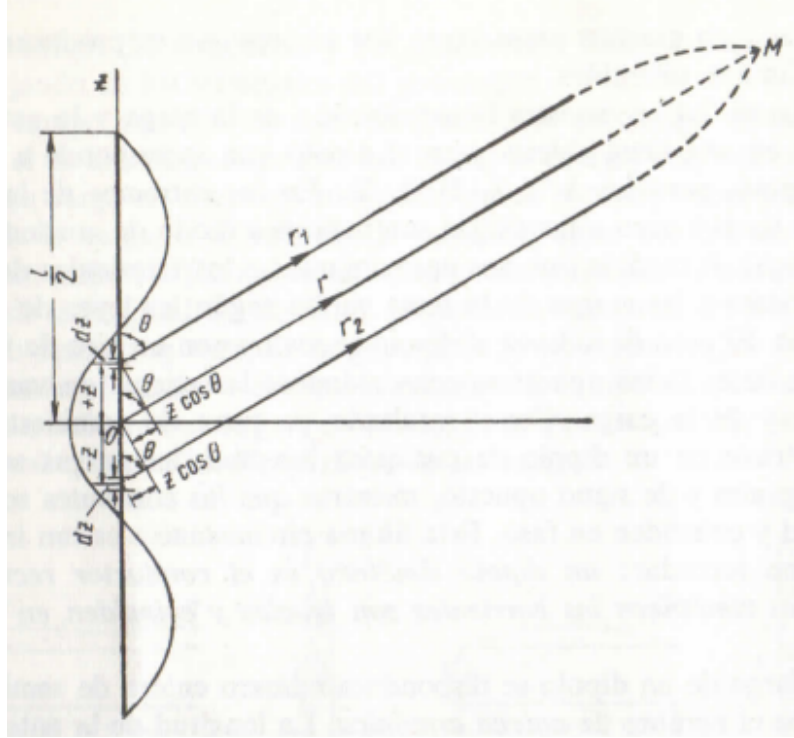


Figure 1: Disposición mutua del dipolo simétrico y del punto M en el que se termina su campo de radiación.

**Definición 0.2 — Intensidad de campo eléctrico.** La intensidad del campo eléctrico del dipolo esta dada por:

$$E_{inst} = \frac{60 \cdot I_m}{r} \cdot f(\theta) \cdot \sin(\omega t - \beta r) \quad (2)$$

Donde  $I_m$  es la amplitud de la corriente en el antinodo.

En la ecuación 2, el factor  $\sin(\omega t - \beta r)$  indica que el dipolo simétrico emite ondas progresivas. Dentro de este factor, al ángulo de fase  $\omega t - \beta r$  depende de la distancia  $r$ , pero no de  $r_1$  ni de  $r_2$ . Esto indica que el punto medio O es el **punto equivalente de radiación** (centro de fase de todo el dipolo), y lo segundo significa que las ondas radiadas son **esféricas**.

La amplitud de la intensidad del campo eléctrico en la dirección del ángulo  $\theta$ :

$$E_m = \frac{60 \cdot I_m}{r} f(\theta) \quad (3)$$

Siendo  $f(\theta)$  la función directividad del dipolo:

$$f(\theta) = \frac{\cos\left(\frac{\pi l}{\lambda} \cos \theta\right) - \cos\left(\frac{\pi l}{\lambda}\right)}{\sin \theta} \quad (4)$$

**Corolario 0.1** Ésta es función del ángulo  $\theta$ , es decir, la amplitud de la intensidad de campo de un dipolo simétrico varía en el plano meridional a consecuencia de la interferencia de los campos de las secciones elementales del dipolo.

### 0.2.0.2 Aplicaciones

## 0.3 Antena Marconi

Conceptualmente, se trata de un conductor vertical de poco espesor, perpendicular a la Tierra. Puede imaginarse como un brazo de un dipolo, al cual la Tierra le sirve de espejo para "fabricar" la imagen del otro brazo del dipolo. La **altura** de una antena Marconi es del orden de  $\lambda/4$ , con una impedancia característica de  $36\Omega$  y ganancia isotrópica de 4.76dBi.

**R** No confundir altura con longitud de onda de la antena. La altura es  $\lambda/4$  y la longitud de onda de la antena es  $\lambda/2$ .

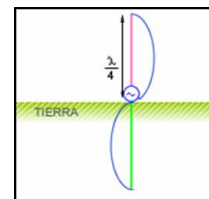


Figure 2: Antena marconi

Las pérdidas del suelo afectan a la impedancia de la antena y el punto de eficiencia de la alimentación. Una antena de Marconi

montado sobre un suelo perfectamente llevar a cabo tendría una entrada de impedancia que es la mitad de la impedancia de un dipolo, o como vimos anteriormente 36 ohms. Cuando se monta sobre un fondo real, la impedancia de entrada puede variar de 38 ohm para una antena de radiodifusión de AM bien diseñado montado sobre un suelo preparado especialmente, a más de 100 ohm para una Marconi montada por encima, sin preparación de tierra pobre que no tiene radiales.

La pérdida de suelo **reduce** la eficiencia de la antena, porque parte de la energía que es suministrada a la antena se disipa en el suelo en vez de ser radiada. La eficiencia puede ser calculada a partir del **valor medio de resistencia** de entrada utilizando la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{36}{R_{input}} \quad (5)$$

**R** El patrón de radiación de la Antena Marconi es una dona a la mitad. No existe radiación directamente hacia arriba en la dirección del cable.

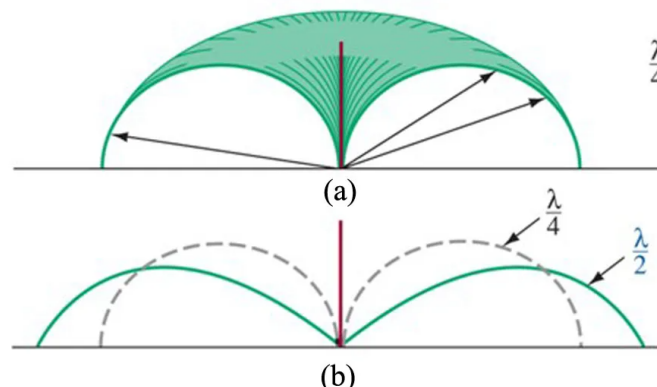


Figure 3: Vertical antenna radiation patterns

### 0.3.0.1 Aplicaciones

- servicios de radio terrestre
- telecomunicaciones a bajas frecuencias

## 0.4 Yagi-Uda

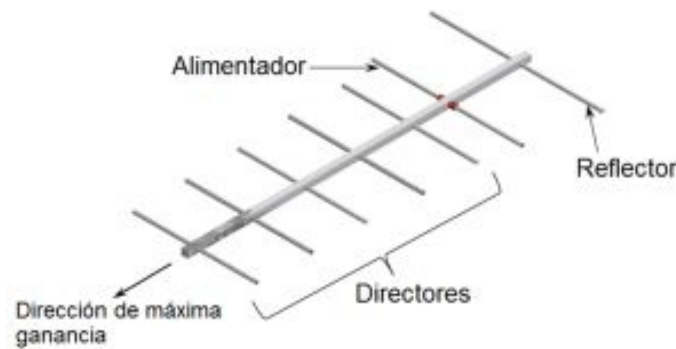


Figure 3: Partes antena Yagi-Uda

#### Elementos de antena:

- **Excitación:** Pueden ser activos o excitados, estos se conectan directamente a la línea de transmisión y reciben potencia de la fuente.
- **Parásitos:** No se conectan a la línea de transmisión y reciben la energía a través de la inducción mutua. Estos elementos se clasifican en reflectores y directores:
  - **Reflector:** Elemento parásito más largo que el elemento de excitación. Reduce la intensidad de la señal que esta en su dirección e incrementa la que esta en dirección opuesta.
  - **Director:** Elementos parásitos más cortos que su elemento de excitación. Incrementa la intensidad de campo en su dirección y la reducen en la dirección opuesta.

En las antenas Yagi, la polarización depende de la posición de la antena, pudiendo ser horizontal y vertical tanto su posición como la polarización. Además en común ver un dispositivo que adapta impedancias de la línea de transmisión a la antena (más de 4 elementos).

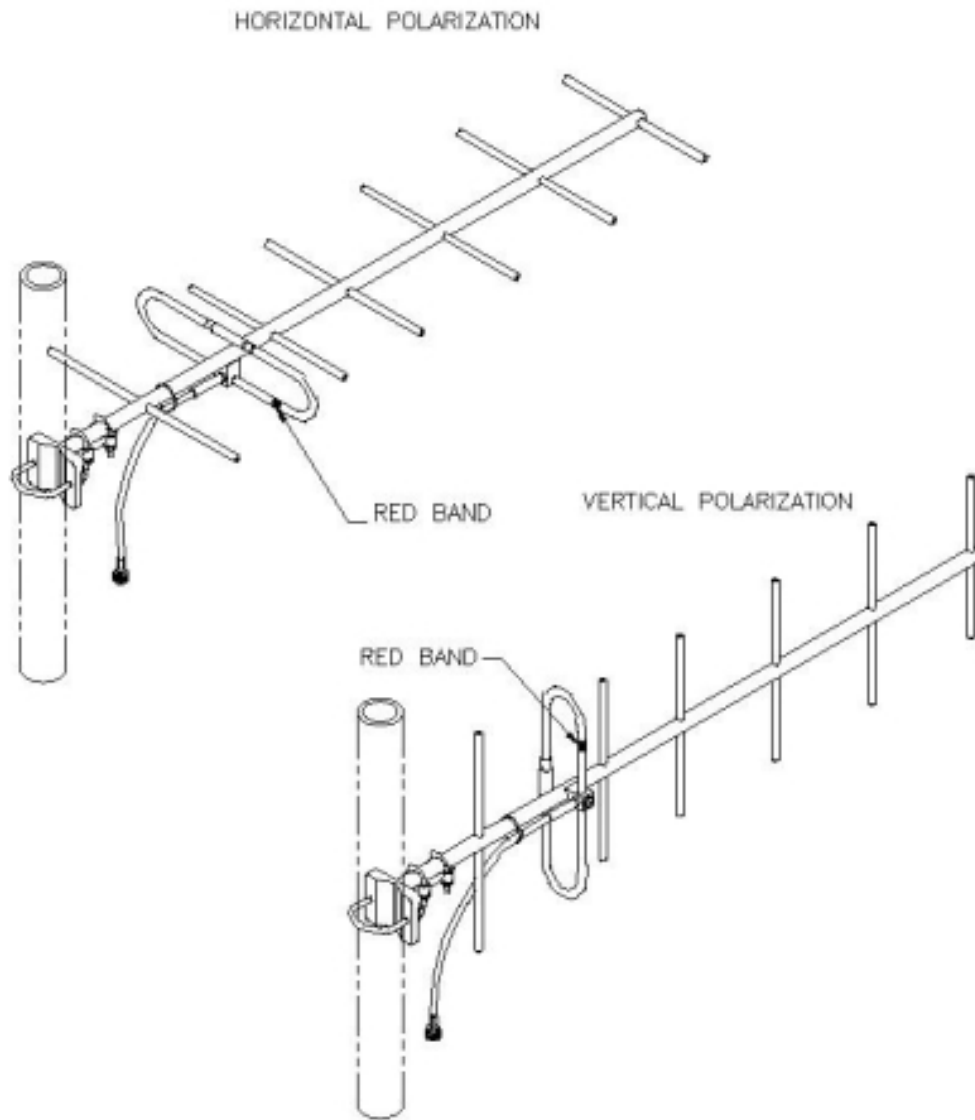


Figure 4: Polarización horizontal y vertical: antena yagi.

También se puede mezclar ambas, para generar con la misma antena las dos polarizaciones a la vez. Aunque se necesitan 2 cables coaxiales (uno por antena).

Su **ganancia** esta dada por:

$$G = 10 \log n \quad (6)$$

Donde  $n$  es el número de elementos a considerar.

En cuanto a las distancias: el **reflector** es una barra de aluminio aproximadamente 5% más larga que el dipolo, y el **director** se corta aproximadamente 5% respecto al elemento de excitación. Es espacio **entre los elementos** por lo general está entre 0.1 y 0.2 longitudes de onda.

Directividad de una antena yagi es calculada con:

$$D = \frac{P_{max}}{\frac{W_t}{4\pi r^2}} = \frac{4\pi r^2 \cdot E_{max}^2}{I_1^2 \cdot \Re Z_{in} \cdot \eta} \quad (7)$$

#### 0.4.0.1 Aplicaciones

- Las antenas Yagi UDA se emplean en la recepción de señales de TV ya que esta antena tiene una buena capacidad de recepción.
- Utilizado en aplicaciones de defensa.
- Empleado en el dominio astronómico.
- También se utiliza en radioastronomía.

## 0.5 Antenas helicoidales

Antena con forma de hélice a lo largo de un eje, trabaja con polarización circular y opera especialmente en el rango de 2 a 5 GHz (VHF y UHF), su diseño es muy fácil y práctico. La antena helicoidal posee dos modos: **Normal** en el cual la antena se comporta similar a una antena dipolo con una radiación omnidireccional respecto al eje de la hélice; las dimensiones de la hélice son pequeñas en comparación con la longitud de onda. Luego esta la **axial**, en el cual la radiación se produce en el mismo sentido del eje de la hélice, es cuando las dimensiones de la hélice son comparables a una longitud de onda:

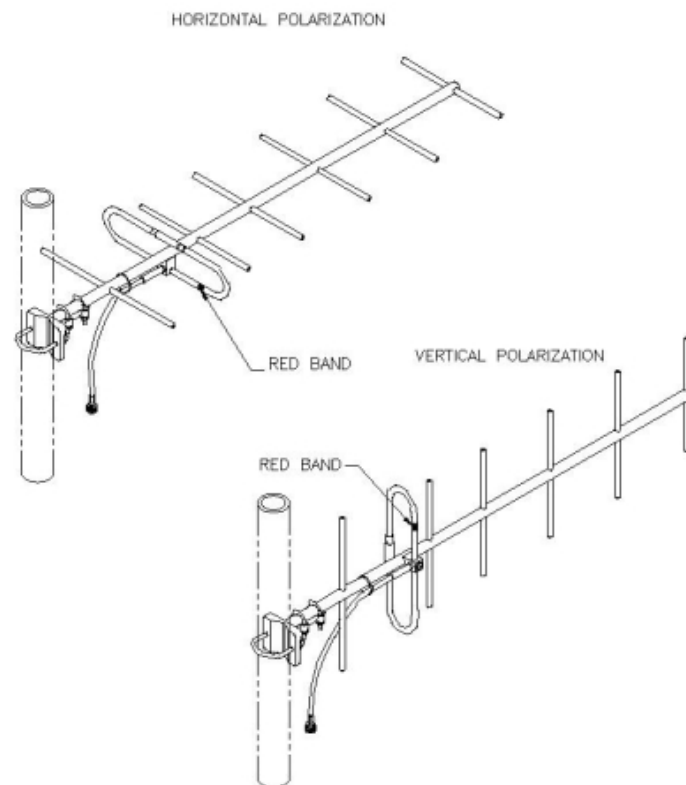


Figure 5: Modos de la antena helicoidal.

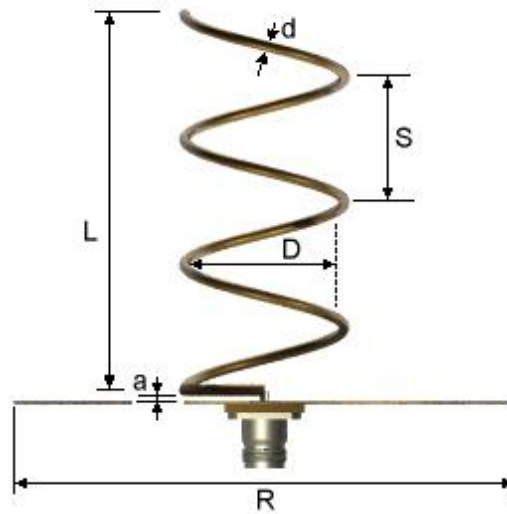


Figure 6: Medidas de una antena helicoidal.

La ganancia de potencia una antena helicoidal esta definida por:

$$A_p(dB) = 10 \log \left[ 15 \cdot \left( \frac{D\pi}{\lambda} \right)^2 \cdot \frac{NS}{\lambda} \right] \quad (8)$$

Donde:

- $A_p(dB)$ : Ganancia de la potencia de la antena. (dB)
- $D$ : Diámetro de la hélice. (m)
- $N$ : Número de vueltas.
- $S$ : Paso de la hélice. (m)
- $\lambda$ : Longitud de onda. (m)

Y el ancho de haz puede ser calculado con:

$$\theta = \frac{52}{\frac{\pi D}{\lambda} \sqrt{\frac{NS}{\lambda}}} \quad (9)$$

- $\theta$ : Ancho de haz. (sex.)
- $D$ : Diámetro de la hélice. (m)
- $N$ : Número de vueltas.
- $S$ : Paso de hélice. (m)
- $\lambda$ : Longitud de onda. (m)

### 0.5.1 Aplicaciones

- Radios portátiles en baja frecuencia (30-150 MHz).
- Dispositivos inalámbricos (2.425 GHz)
- Dispositivos GSM, GPS bandas de 434 MHz, 868 MHz y 2400 MHz.
- Radio empaquetado de alta velocidad. (S5-PSK, 1.288 Mbit/s)
- Acceso a Internet inalámbrico de alta velocidad.

■ **Notación 0.1** Algunas otras antenas son bocina que sirven como alimentador de parabólicas, ranuras para comunicaciones espaciales.