

0.1 Antenas

Las dos funciones primordiales de la antena son:

1. Convertir la energía electromagnética, procedente del generados a través de la línea de transmisión, en energía electromagnética que se propaga libremente por el espacio.
2. Adapta la impedancia interna del generador a la impedancia del espacio.

En las líneas de transmisión se propagan ondas electromagnéticas **guiadas**, es decir campos electromagnéticos variables entre cargas y corrientes. Las antenas convierten estos ondas electromagnéticas guiadas en **libres** y **viceversa**. Tanto las ondas guiada como las libres son señales de radio.

En el proceso de su propagación, las ondas de radio se **dispersan** más allá de las líneas de radio-comunicación y son absorbidas por el medio circundante. Si la dirección de radiocomunicación es conocida y limitada, las pérdidas pueden reducirse concentrando las ondas emitidas en direcciones definidas.

0.1.1 Tipos de antenas

A grandes rasgos existen dos tipos de antenas: antenas de **transmisión** y antenas de **recepción**.

Antenas de transmisión

La antena de transmisión transforma energía de un campo electromagnético estacionario producido por la señal de radio, en energía de un campo electromagnético de radiación, añadiendo además que este último debe emitirse en unas direcciones dadas.

Antenas de recepción

La antena de recepción está destinada a la transformación de la energía de una radioseñal consistente en un campo de radiación que procede de una dirección dada, en energía de un campo estacionario de ondas electromagnéticas.

R La antena de transmisión y recepción tienen procesos **recíprocos**. Esto quiere decir que existe la posibilidad de utilizar la misma antena en calidad de transmisora y de receptora, y de conservar invariables los parámetros principales de la antena.

0.1.2 Características y parámetros de las antenas transmisoras

Definición 0.1 — Potencia de radiación y resistencia de radiación. Representa la característica de la antena para la emisión energía electromagnética.

$$R_r = \frac{P_r}{i^2} \quad (1)$$

Donde:

- R_r : Resistencia de radiación. (Ω)
- P_r : Potencia de radiación. (W)
- i : Valor eficaz de la corriente de la antena. (A)

Cuantitativamente la resistencia de radiación se define como aquella resistencia pura en la que se libera una potencia numéricamente igual a la potencia de radiación, para una corriente en la resistencia igual a la corriente en la antena.

Definición 0.2 — Potencia de Pérdidas y resistencia de pérdidas. Potencia que se pierde por el calentamiento del conductor, en los aisladores, en la tierra y en los objetos situados cerca de la antena.

$$R_p = \frac{P_p}{i^2}$$

Donde:

- R_p : Resistencia de pérdidas. (Ω)
- P_p : Potencia de pérdidas. (W)
- i : Valor eficaz de la corriente de la antena.

Definición 0.3 — Potencia de una antena y resistencia activa total o resistencia de antena. Resistencia que corresponde a potencia suministrada a la antena. Potencia de antena es la suministrada a la antena por el transmisor, a través de la línea de transmisión, se obtiene con la suma de la potencia de **radiación** y la potencia de **pérdidas**.

$$P_A = P_r + P_p = i^2 (R_r + R_p) \quad (2)$$

$$R_A = R_r + R_p \quad (3)$$

Donde:

- P_A : Potencia suministrada a la antena. (W)
- P_r : Potencia de radiación. (W)
- P_p : Potencia de pérdidas. (W)
- i : Valor eficaz de la corriente de la antena. (A)
- R_r : Resistencia de radiación. (Ω)
- R_p : Resistencia de pérdidas. (Ω)
- R_A : Resistencia activa total. (Ω)

Definición 0.4 — Rendimiento o Eficacia de una antena. Es la relación entre la Potencia de Radiación y la Potencia Suministrada a la Antena.

$$\eta_A = \frac{P_r}{P_A} = \frac{R_r}{R_r + R_p} = \frac{R_r}{R_A} = \frac{G}{D}$$

$$0 \leq \eta_A \leq 1$$

Donde:

- η_A : Rendimiento de antena.
- P_A : Potencia suministrada a la antena. (W)
- P_r : Potencia de radiación. (W)
- R_r : Resistencia de radiación. (Ω)
- R_p : Resistencia de pérdidas. (Ω)
- R_A : Resistencia activa total. (Ω)
- G : Ganancia.
- D : Directividad.

0.1.3 Parámetros de acción directiva de antenas

0.1.3.1 Directividad

La característica de directividad de antena muestra la **dependencia** de la intensidad de campo de radiación respecto a la dirección, con la condición que este campo sea medido siempre a igual distancia de la antena. Para el estudio de la radiación de una antena, se supone que la antena está situada en el punto medio de una “esfera” y en el origen de un sistema de coordenadas espaciales. En la superficie de la “esfera” se calcula E y H en cualquier punto de esta, alejado una distancia r del centro del dipolo.

Características:

1. **Propiedad Directiva:** Todas las antenas reales tienden a concentrar los campos radiado en alguna dirección.
2. **Característica de Directividad:** Depende de la intensidad de campo de radiación, respecto a la dirección, medido siempre a igual distancia de la antena.
3. **Función de Directividad:** Expresión matemática de la directividad.

$$f^2(\theta, \phi)$$

4. **Diagrama de Directividad:** Representación gráfica de la función de directividad. Normalmente se expresa en proyecciones:
 - a. Plano Horizontal (ϕ varía y $\theta = 90^\circ$)
 - b. Plano Vertical (θ varía y $\phi = 0^\circ$)

Definición 0.5 — Factor de directividad. Factor de Directividad es la relación entre la densidad del flujo de potencia emitido por la antena dada en una **determinada dirección**, y la densidad de flujo de potencia que emitiría una antena absolutamente **no direccional** en cualquier dirección, siendo iguales las potencias totales de radiación de ambas antenas y medido a igual distancia.

$$D = \frac{\mathbb{P}_{max}}{\mathbb{P}_{ref}} = \frac{E_{max}^2}{E_0^2} \quad (4)$$

Donde:

- **D:** Factor de directividad.
- \mathbb{P}_{max} : Densidad de potencia en un punto, en la dirección de máxima radiación. (W/m^2)
- \mathbb{P}_{ref} : Densidad de potencia en el mismo punto, con una antena no direccional o de referencia. (W/m^2)

Definición 0.6 — Ganancia de potencia.

$$G = \eta_A \cdot D = \frac{\mathbb{P}_{max}}{\mathbb{P}'_{ref}} \quad (5)$$

Donde:

- **G:** Ganancia.
- η_A : Rendimiento de la antena.
- **D:** Directividad de la antena.
- \mathbb{P}_{max} : Densidad de potencia en un punto, en la dirección de máxima radiación.

- (W/m^2)
- \mathbb{P}'_{ref} : Densidad de potencia en el mismo punto, con una antena no direccional o de referencia sin pérdidas. (W/m^2)

Definición 0.7 — Factor de calidad.

$$Q = \frac{f_r}{BW} \quad (6)$$

Donde:

- Q: Factor de calidad.
- f_r : Frecuencia de resonancia. (Hz)
- BW: Ancho de banda. (Hz)

0.1.4 Antenas receptoras

Definición 0.8 — Área de captura. Mientras que la **ganancia de potencia** es el parametro natural para describir la mayor densidad de potencia de una señal transmitida, por las propiedades direccionales de la antena transmisora, para describir las propiedades receptoras de una antena se usa una cantidad relacionada: **área de captura**

$$A_{cap} = \frac{G_r \cdot \lambda^2}{4\pi} \quad (7)$$

Donde:

- A_{cap} : Área efectiva de captura. (m^2)
- G_r : Ganancia del receptor.
- λ : Longitud de onda de la señal recibida. (m)

Definición 0.9 — Potencia capturada. Potencia disponible en las terminales de salida de la antena receptora. La potencia capturada es directamente proporcional a la densidad de potencia recibida y al área de captura de la antena receptora.

$$P_{cap} = \mathbb{P} \cdot A_{cap} \quad (8)$$

Donde:

- P_{cap} : Potencia capturada. (W)
- \mathbb{P} : Densidad de potencia capturada. (W/m^2)
- A_{cap} : Área capturada. (m^2)