



## Ingeniero telecomunicaciones Cantabria

TEMA 27.- Radiocomunicaciones. Conceptos fundamentales. Estaciones radioeléctricas. Sistemas radiantes. Tipos de antenas. Diagramas de radiación. Modos de propagación. Radioenlaces.

**Temarios**  
oposiciones

TFNO 621 088 797

# **RADIOTECNOLOGÍA MODERNA: FUNDAMENTOS, SISTEMAS Y PROCESOS DE PROPAGACIÓN EN LAS RADIOCOMUNICACIONES**

## **· INTRODUCCIÓN GENERAL AL CONCEPTO DE RADIOCOMUNICACIÓN**

La radiocomunicación constituye un componente esencial dentro del ecosistema de las telecomunicaciones, ya que posibilita el intercambio de información mediante ondas electromagnéticas sin necesidad de conexión física entre los extremos transmisor y receptor. Este principio, que sustenta desde los servicios de radiodifusión hasta los sistemas satelitales y la telefonía móvil, está fundamentado en una base científica rigurosa y en una ingeniería tecnológica que ha evolucionado significativamente desde sus orígenes a finales del siglo XIX.

Los sistemas de radiocomunicación son versátiles, escalables y fundamentales en la sociedad moderna, donde la movilidad, la conectividad permanente y la capacidad de transmisión eficiente de datos son cada vez más demandadas. Comprender su estructura, funcionamiento y las leyes físicas que los regulan es esencial para profesionales, técnicos, ingenieros y todos aquellos involucrados en el desarrollo de soluciones tecnológicas de comunicación inalámbrica.

## **· BASES FÍSICAS Y TÉCNICAS DE LA RADIOCOMUNICACIÓN**

El principio de la radiocomunicación se basa en el uso de ondas electromagnéticas generadas artificialmente para transportar información codificada. La modulación es el proceso central en el cual la información (voz, datos o video) se incorpora a una onda portadora de radiofrecuencia. Esta portadora es una señal sinusoidal que, al ser modulada, varía en amplitud, frecuencia o fase, según el tipo de modulación empleado (AM, FM, PM, entre otras). Esta señal modulada es posteriormente amplificada y radiada al espacio mediante una antena emisora.

Las ondas electromagnéticas utilizadas para la radiocomunicación se propagan por el espacio a la velocidad de la luz (aproximadamente 300.000 km/s en el vacío) y cubren un amplio espectro de frecuencias, desde unos pocos kilohertzios (kHz) hasta varios gigahertzios (GHz), siendo clasificadas en distintas bandas según la UIT (VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF, SHF, EHF).

## **• FUNCIONAMIENTO GENERAL DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN**

Todo sistema de radiocomunicación se compone de los siguientes elementos esenciales: transmisor, medio de propagación, antenas (emisión y recepción) y receptor. El transmisor toma la información y la convierte en señales eléctricas que modulan una portadora de radiofrecuencia. La antena emisora convierte esta energía eléctrica en ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio. En el extremo receptor, la antena capta una fracción de esa energía, la transforma nuevamente en señales eléctricas, que luego son amplificadas, demoduladas y decodificadas para recuperar la información original.

El medio de propagación (atmósfera, espacio libre, ionosfera, etc.) no es neutro: introduce pérdidas y perturbaciones que afectan la calidad de la señal. Entre los fenómenos que intervienen destacan la atenuación, interferencias, reflexión, refracción, difracción y absorción, los cuales deben ser considerados en el diseño de los enlaces.

## **• ESTACIONES RADIOELÉCTRICAS Y SUS COMPONENTES**

Una estación radioeléctrica puede clasificarse en transmisora, receptora o transeptora (ambas funciones). Las estaciones modernas incluyen múltiples módulos como generadores de señal, amplificadores de potencia, moduladores, filtros de frecuencia, sistemas de alimentación, dispositivos de protección y las antenas adecuadas según el tipo de servicio. En aplicaciones urbanas (telefonía móvil, wifi) predominan las estaciones base con antenas tipo panel, mientras que en zonas rurales es común encontrar torres de mayor altura para maximizar la cobertura.

Los sistemas de soporte estructural, gestión energética y control remoto también forman parte crítica de estas instalaciones, asegurando operación continua, eficiente y segura.

## **• SISTEMAS RADIANTES: CLASES Y FUNCIONALIDADES DE LAS ANTENAS**

Las antenas, componentes claves del sistema radiante, determinan en gran medida la eficacia de una comunicación. Cumplen la función bidireccional de transformar energía

eléctrica en ondas electromagnéticas (en transmisión) y viceversa (en recepción). Existen múltiples tipos de antenas, cada una diseñada para una aplicación particular:

- **Antenas monopolo:** típicas en sistemas móviles o portátiles, requieren un plano de tierra.
- **Antenas dipolo:** comúnmente utilizadas en radiodifusión, televisión y sistemas HF.
- **Antenas Yagi, logoperiódicas y de rejilla:** frecuentemente aplicadas en enlaces punto a punto, televisión y mediciones.
- **Antenas parabólicas:** esenciales en comunicaciones satelitales y enlaces de microondas debido a su alta ganancia y directividad.
- **Antenas panel:** muy utilizadas en redes celulares por su direccionalidad y facilidad de montaje en estructuras urbanas.

El diseño de una antena debe considerar factores como la frecuencia de operación, el patrón de radiación, la ganancia, la polarización, el ancho de banda y el entorno físico.

## • DIAGRAMAS DE RADIACIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ANTENAL

Los diagramas de radiación permiten visualizar cómo una antena emite o recibe energía en distintas direcciones. Son gráficos tridimensionales o bidimensionales (planos acimutal y de elevación) que permiten determinar la cobertura efectiva, la directividad, los lóbulos principales y secundarios, así como las zonas de sombra. Esta información es crucial para optimizar el posicionamiento de antenas en redes inalámbricas, minimizando interferencias y mejorando la eficiencia del sistema.

## • MODOS DE PROPAGACIÓN Y SUS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Dependiendo de la frecuencia, las ondas electromagnéticas se propagan mediante diferentes mecanismos:

- **Onda de superficie:** dominante en frecuencias bajas (VLF, LF, MF). Se adapta a la curvatura de la tierra y permite coberturas extensas, aunque con pérdidas crecientes con la distancia.

- **Onda ionosférica:** relevante en HF, donde las ondas son reflejadas por la ionosfera, permitiendo comunicaciones a gran distancia (DX), especialmente útiles para radioaficionados y servicios militares.
- **Onda espacial o directa:** en VHF y superiores, donde la propagación es principalmente en línea recta (visión directa). Este tipo es fundamental para sistemas modernos como la televisión digital, wifi, microondas, etc.
- **Propagación troposférica y por dispersión:** permite superar la línea de visión en ciertos casos, aprovechando condiciones atmosféricas específicas.

El entorno atmosférico, la topografía, las condiciones climáticas y la actividad solar inciden directamente en la calidad de la propagación. El ciclo solar, de aproximadamente 11 años, tiene una influencia significativa sobre la ionosfera, especialmente en las bandas HF.

## • **RADIOENLACES: CONEXIONES INALÁMBRICAS DE LARGA DISTANCIA**

Los radioenlaces son sistemas especializados de comunicación punto a punto que operan en frecuencias altas (UHF, SHF). Constan de transmisores, receptores, antenas parabólicas de alta directividad y líneas de transmisión. Se utilizan para crear vínculos entre nodos de red, en redes de datos, servicios de backhaul en telefonía celular, transmisión de señales televisivas, enlaces de internet rural, etc.

La ventaja de los radioenlaces radica en su flexibilidad, rápida implementación y bajo costo comparado con infraestructuras cableadas. Su principal limitación es la necesidad de línea de vista y su susceptibilidad a condiciones meteorológicas extremas, aunque estos desafíos pueden mitigarse mediante planificación técnica adecuada.

## • **APLICACIONES Y RELEVANCIA EN LA SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA**

Las radiocomunicaciones están presentes en prácticamente todos los sectores de la vida moderna: defensa, navegación aérea y marítima, servicios de emergencia, entretenimiento, educación, internet, IoT, transporte, minería, salud y más. Su evolución ha permitido democratizar el acceso a la información, facilitar el desarrollo económico y social de regiones aisladas, y habilitar infraestructuras críticas de respuesta ante desastres naturales.

El dominio técnico de sus fundamentos es indispensable para enfrentar los retos que plantea la creciente demanda de ancho de banda, la congestión del espectro, la seguridad de la información y la expansión de nuevas tecnologías como el 5G, la conectividad satelital global y la internet de las cosas (IoT).

## **• PERSPECTIVA Y EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DE LAS RADIOCOMUNICACIONES**

La radiocomunicación seguirá siendo un área estratégica de innovación. Las tendencias emergentes apuntan al uso de bandas milimétricas (mmWave), técnicas de antenas inteligentes (beamforming), redes de baja potencia (LPWAN), y la integración con inteligencia artificial para la gestión dinámica del espectro. Estas tecnologías permitirán aumentar la capacidad, reducir la latencia y mejorar la cobertura en aplicaciones críticas.

La expansión del acceso global a través de constelaciones de satélites de órbita baja (LEO), junto con la evolución hacia redes completamente definidas por software (SDR, SDN), está redefiniendo el panorama de las telecomunicaciones, haciendo que la radiocomunicación no solo sea una herramienta de transmisión, sino una plataforma de transformación digital a escala planetaria.