



Arquitectura de comunicaciones Móviles

Radioenlaces

Ing. Anibal Pose

Características de los enlaces de microondas (1)



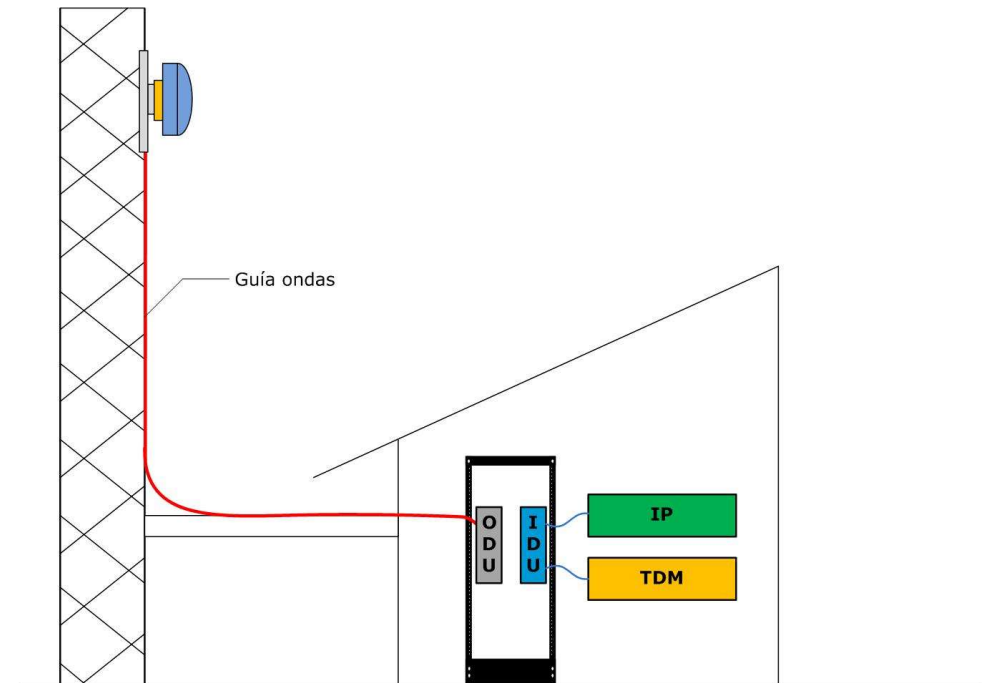
- Los enlaces de microondas terrestres se caracterizan por ser de naturaleza punto a punto, en visibilidad y ocupar antenas altamente directivas (de preferencia parabólicas) en el rango de frecuencias que se extiende desde 1 a 60 GHz.
- Los sistemas de microondas, al trabajar con portadoras de alta frecuencia, tienen un ancho de banda grande y consecuentemente pueden transmitir una alta tasa de bits.
- En su forma más simple, el enlace de microondas puede ser de un salto de algunos kilómetros, o bien, constituir una troncal de varios miles de kilómetros incluyendo múltiples saltos.
 - La distancia típica de un salto es de 30 a 60 km en regiones relativamente planas; cuando las antenas se instalan en cerros, las distancias pueden ser bastante mayores llegando a superar los 100 km en situaciones especiales. Para lograr un alcance mayor, deben intercalarse estaciones repetidoras.

Características de los enlaces de microondas (2)



- La señal recibida en un enlace de microondas es esencialmente fluctuante, debido a las continuas variaciones de las características de la atmósfera.
- En determinadas condiciones, la señal de microondas emitida desde el extremo transmisor del enlace, puede llegar a la posición de la antena receptora por trayectorias múltiples (debido a reflexiones en capas o estratificaciones atmosféricas, o bien debido a reflexiones en el terreno), produciéndose desvanecimientos en la señal compuesta resultante que pueden originar el corte del enlace.

MW - Topologia



Protección de los enlaces de microondas



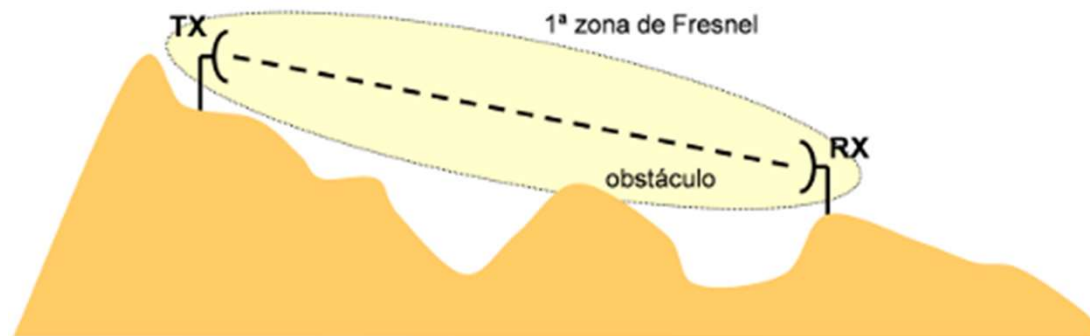
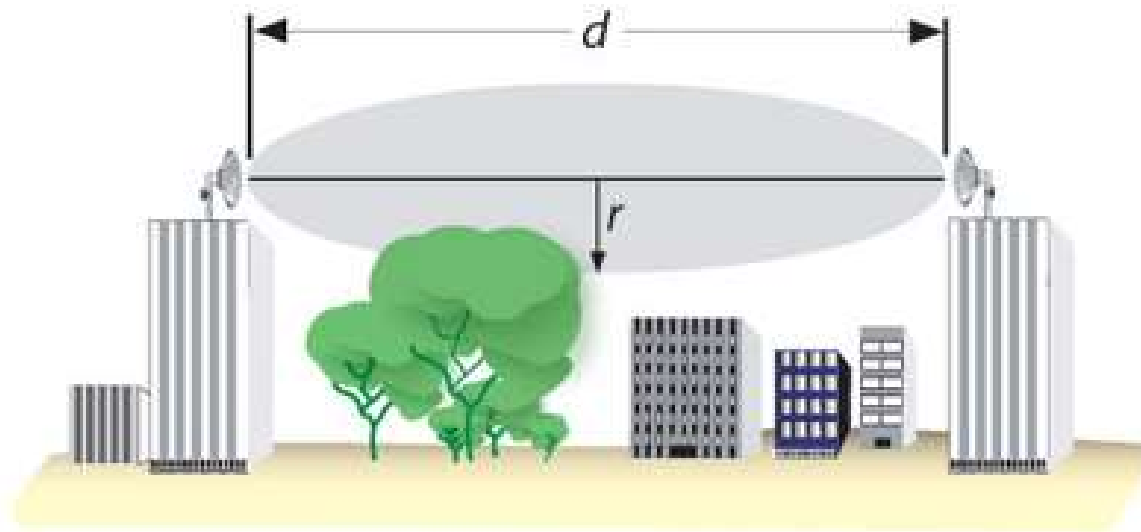
- Para mejorar la disponibilidad de los enlaces de microondas se recurre generalmente a dos tipos de protección de línea:
 - diversidad de espacio
 - diversidad de frecuencia
- En la **diversidad de espacio** se colocan dos antenas receptoras separadas verticalmente por una distancia adecuada ($>150\lambda$) y el receptor selecciona automáticamente la mejor señal.
- En la **diversidad de frecuencia** se transmite la misma información por dos frecuencias distintas para lo cual se duplican los equipos transmisores y receptores, seleccionándose la mejor señal.

Sistema de comunicación digital por microondas



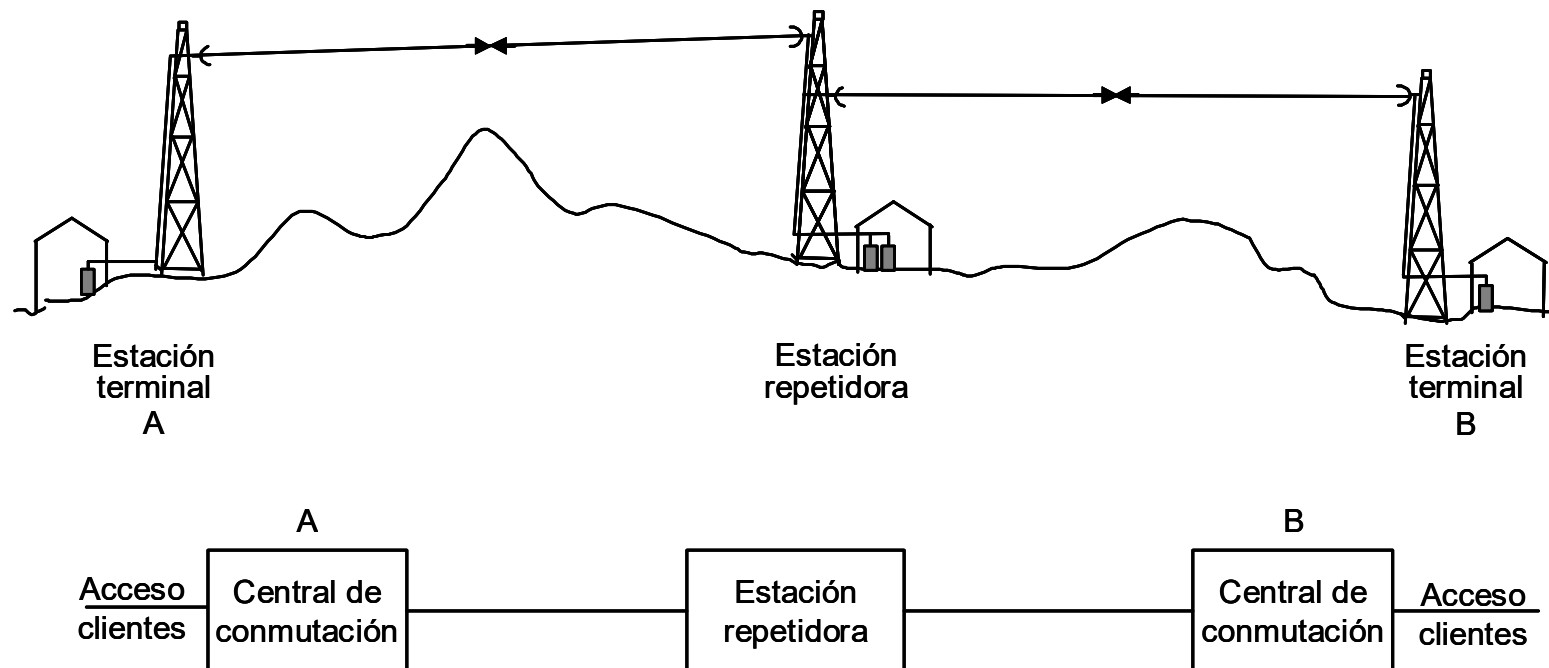
- En un sistema de comunicación digital por microondas, los canales de voz, vídeo o datos se combinan mediante multiplexión TDM para formar una señal de banda base (BB) la cual modula (p.ej., utilizando modulación 256-QAM) a una portadora de frecuencia intermedia (FI) que luego es convertida a una señal de radiofrecuencia (RF) que se transmite a través de la atmósfera. En el receptor, ocurre el proceso inverso.

Enlace punto a punto - características



Zona de Fresnel

Enlace de microondas con estación repetidora (1)



- Enlace de microondas simplificado que incorpora sólo un repetidor regenerativo y dos estaciones terminales.

Enlace de microondas con estación repetidora (2)



- Las estaciones terminales incluyen centrales de conmutación que conectan los clientes a la red de larga distancia.
- Un gran número de canales de los clientes son multiplexados para ser transmitidos sobre el enlace de microondas.
- La señal multiplexada (señal de banda base) modula (p.ej., con modulación PSK o QAM) a una portadora de microondas y es transmitida a una distancia típica de 30 a 60 km desde la estación A hasta la antena receptora de la estación repetidora.

Enlace de microondas con estación repetidora (3)



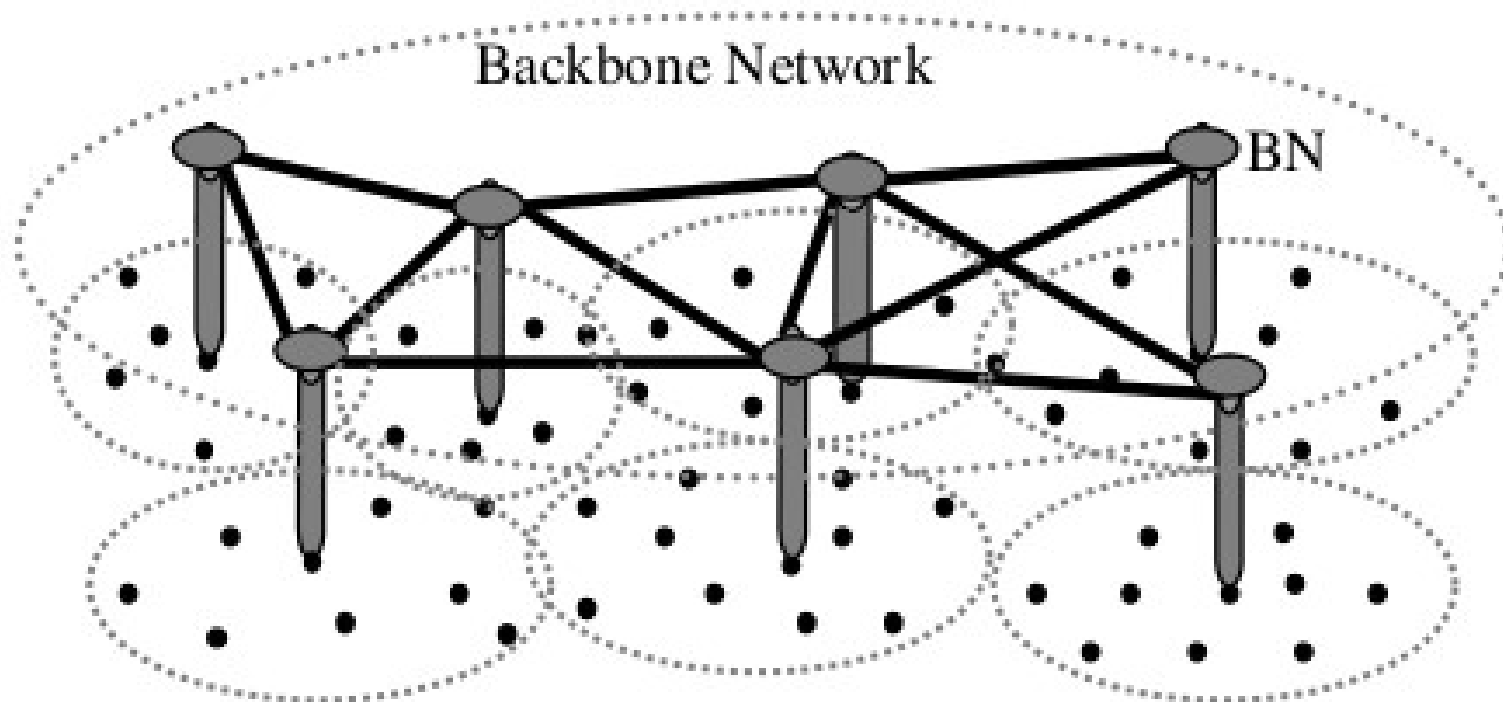
- El repetidor demodula la señal de microondas y regenera completamente el tren de pulsos de la señal digital de banda base, procediendo a modular con ella una nueva portadora de microondas para la transmisión hacia la estación B (la nueva portadora tiene una frecuencia distinta a la recibida originalmente, para minimizar interferencias).
- La estación B recibe la señal de microondas, la procesa y demultiplexa los canales individuales para su distribución a los clientes apropiados en este extremo del enlace.
- En caso necesario, el repetidor puede conectarse a equipos de multiplexación digital para inserción y extracción de tributarios.

Emplazamiento de radio estaciones de microondas



- Las radio estaciones de una red troncal de microondas se instalan de preferencia en la cima de cerros para lograr un buen despeje del enlace (distancia entre la visual transmisor-receptor y el perfil del terreno) sin tener que utilizar torres muy altas para instalar las antenas parabólicas.
 - Generalmente se eligen cerros de relativamente fácil acceso y cerca de redes de energía eléctrica.
- Aunque la radio estación esté conectada a la red eléctrica, se la debe dotar de fuentes de energía de respaldo para cargar los bancos de baterías y lograr una operación autónoma durante un mayor tiempo.
 - Generalmente las fuentes de respaldo son generadores Diesel, termogeneradores a gas licuado, o paneles fotovoltaicos (celdas solares), dependiendo de la potencia de respaldo que sea necesario suministrar.

Backbone en una red celular



Cálculos de Enlace

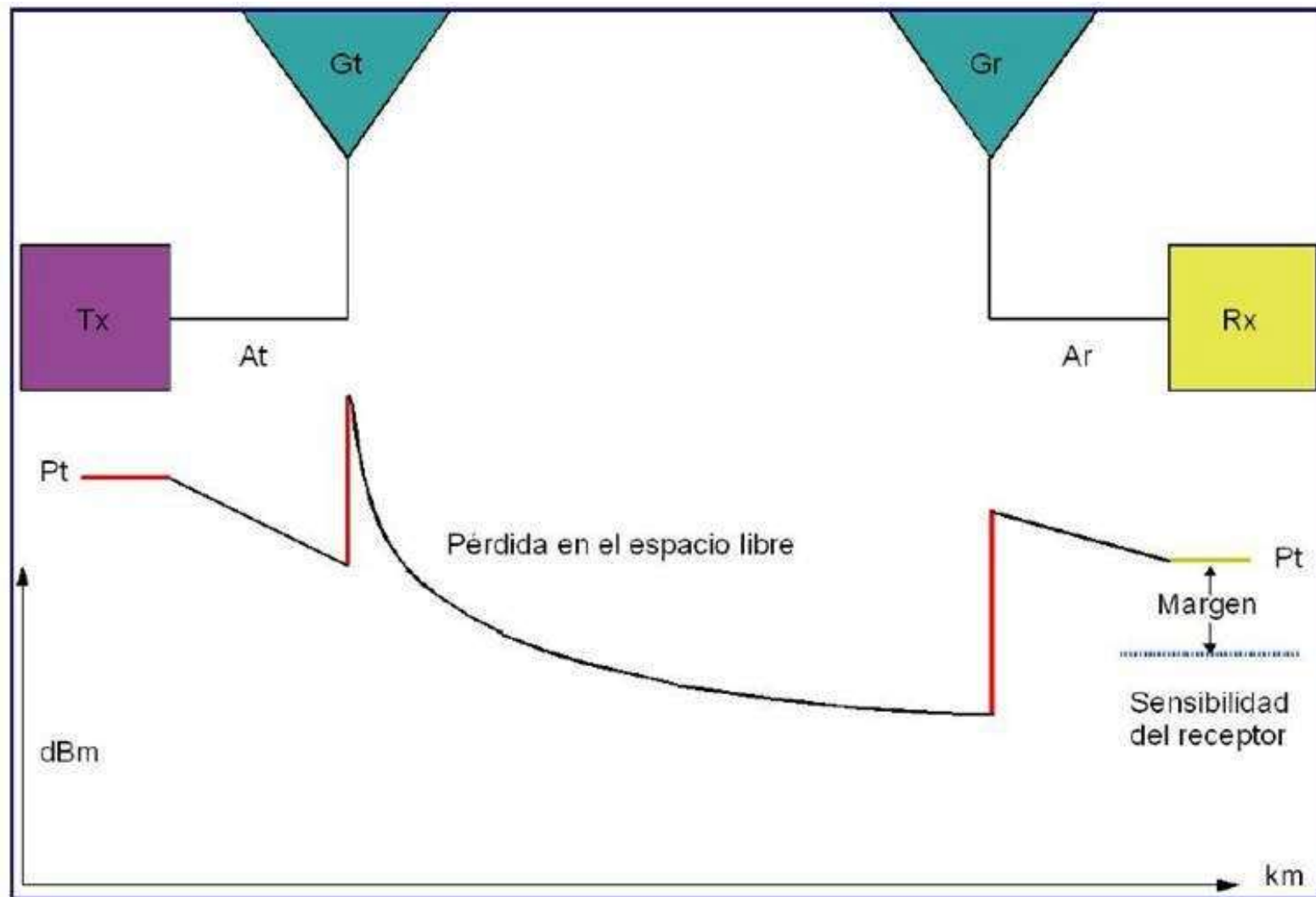


Cuando se realiza el cálculo de un enlace, en verdad, lo que se calcula es la intensidad de campo a recibir por la radio receptora, el cual debe estar dentro de los límites de sensibilidad de esta. El campo recibido es dependiente de las siguientes características del sistema:

- Potencia entregada por el transmisor
- Las ganancias de las antenas que componen el sistema
- La distancia de separación que exista entre las antenas
- La frecuencia de trabajo del sistema

Para asociar todos estos factores, se plantea una fórmula, de la cual se puede despejar el factor necesario para el cálculo.

Cálculos de Enlace





Cálculo de Enlace

Fórmula:

$$\text{RSSI} = P_{\text{out}} - P_{\text{al1}} + G_{\text{ant1}} - P_{\text{air}} + G_{\text{ant2}} - P_{\text{al2}}$$

Donde:

- **P_{out}**: Potencia entregada por el transmisor.
- **P_{al1}**: Pérdidas en el cable de antena1.
- **P_{al2}**: Pérdidas en el cable de antena2.
- **G_{ant1}**: Ganancia correspondiente a la antena 1 (transmisor)
- **G_{ant2}**: Ganancia correspondiente a la antena 2 (receptor)
- **P_{air}**: Pérdidas en el medio. Este valor, proviene de otra formula la cual incluye los factores “frecuencia” y “distancia”.

$$P_{\text{air}} : 32.4 + 20 \log f \text{ (Mhz)} + 20 \log D \text{ (km)}$$



EJERCICIO DE PRACTICA DE CALCULO DE ENLACE