



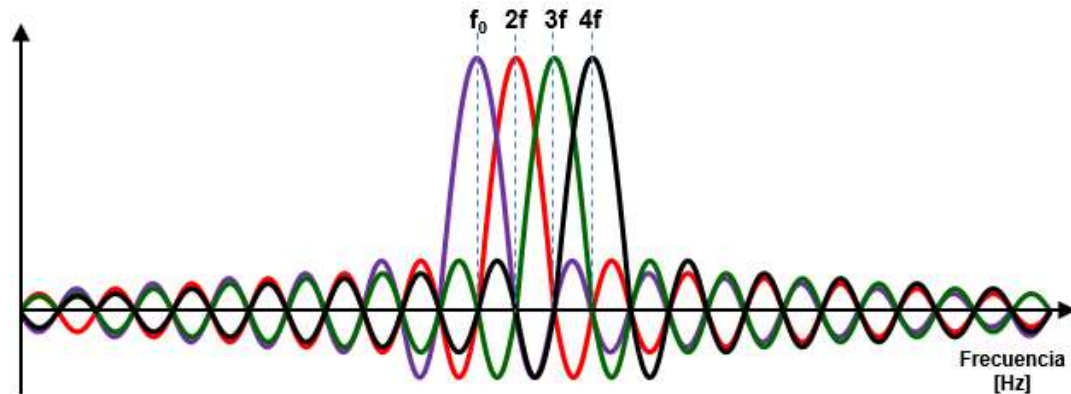
Arquitectura de comunicaciones

OFDM

Ing. Anibal Pose

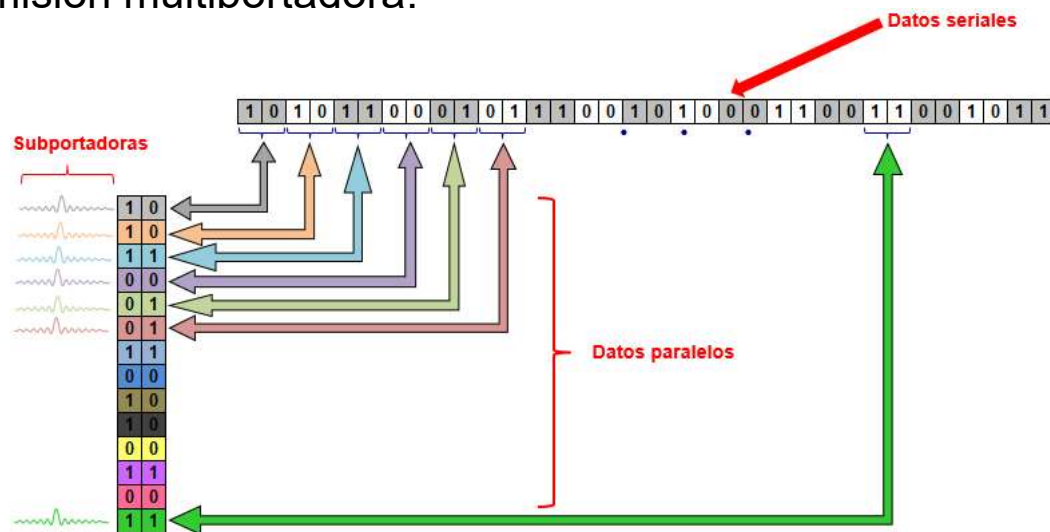
Orthogonal Frequency Division Modulation (OFDM)

OFDM es una tecnología combina multiplexación y modulación lo cual permite mayor eficiencia espectral. Divide un canal de frecuencia, en un número determinado de bandas de frecuencia, espaciadas con el mismo ancho, donde en cada banda se transmite una subportadora que a su vez transporta una porción de la información del usuario. Como característica principal cada subportadora es ortogonal al resto.



Principio de funcionamiento de OFDM

OFDM es una técnica de modulación digital en la cual los datos, los cuales son inicialmente recibidos vía serial, se multiplexan para efectuar su tratamiento por medio de canales paralelos denominados subportadoras. Dado este principio de funcionamiento que la hace definir como una técnica de transmisión multiportadora.



CONCEPTO DE ORTOGONALIDAD DE FUNCIONES

La ortogonalidad de dos señales se define como:

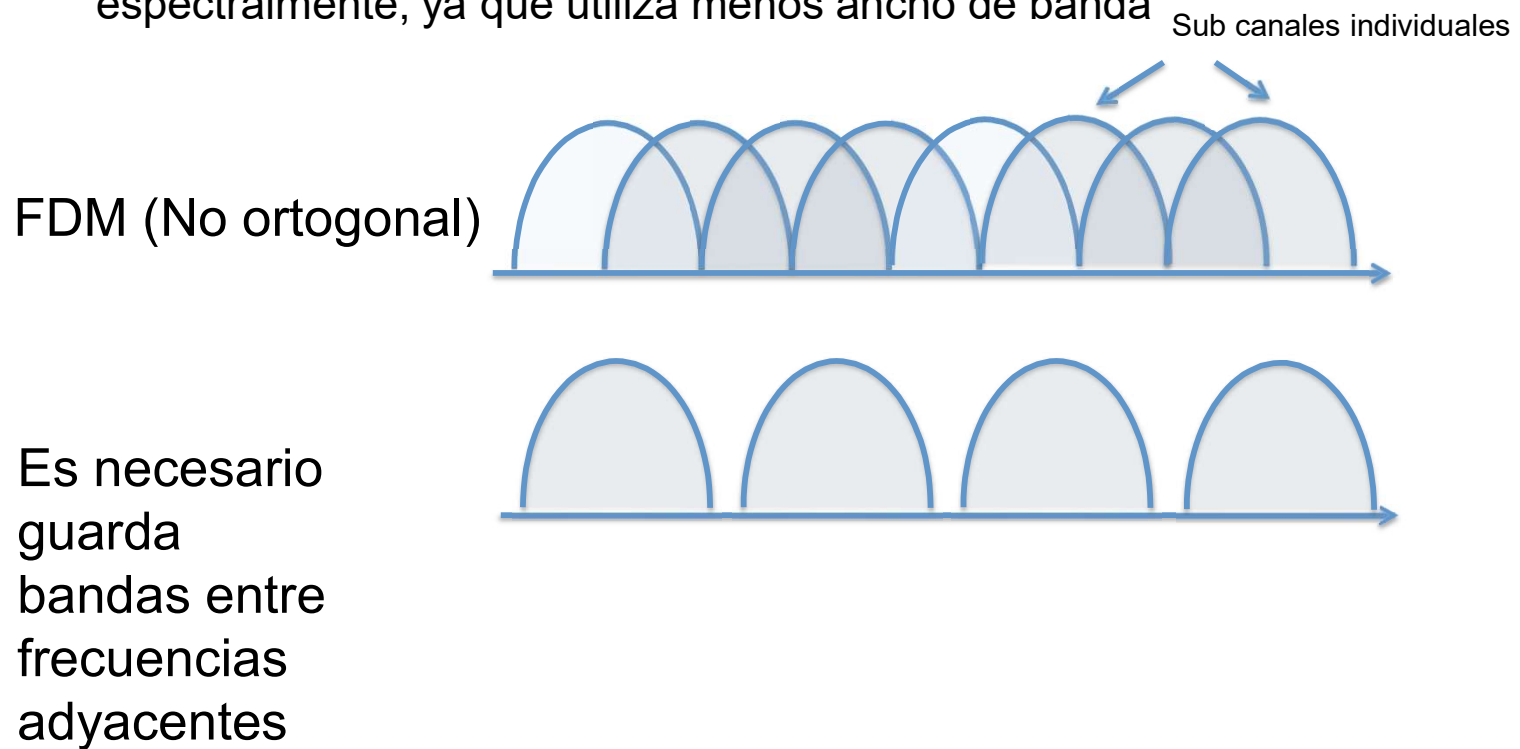
$$\int_{t_1}^{t_2} f(t)g(t)dt = 0$$

Donde $f(t)$ y $g(t)$ son dos funciones definidas en un intervalo $[t_1, t_2]$. Lo que implica que, si ninguna de las dos funciones influye sobre la otra en un intervalo determinado, en ese intervalo serán ortogonales.

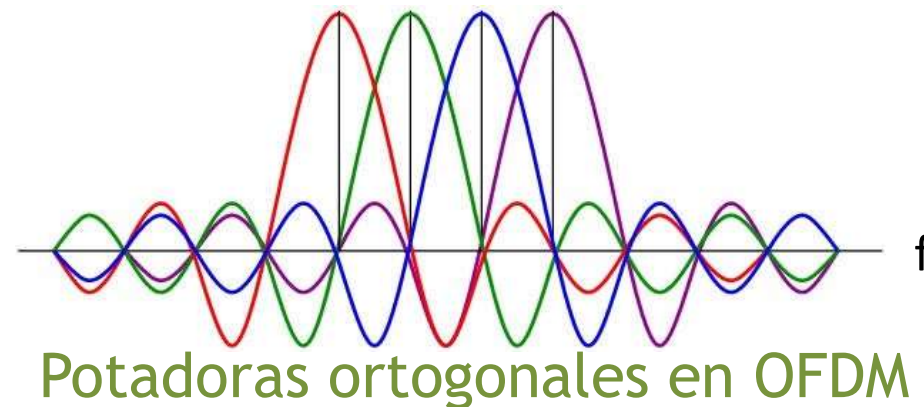
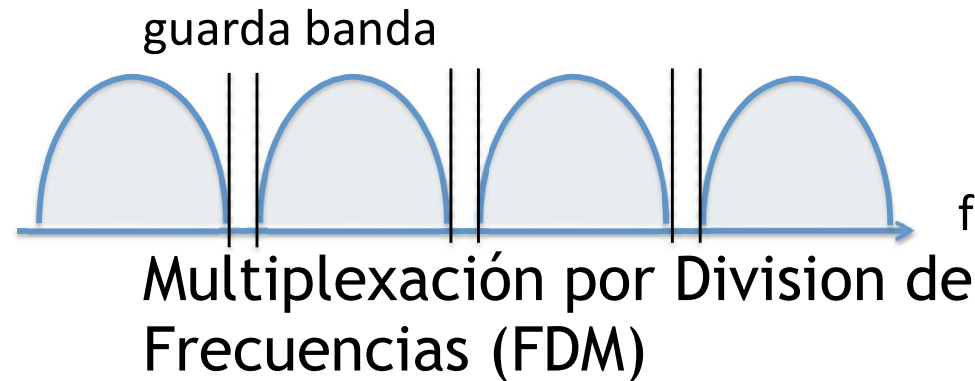
IMPORTANCIA DE LA ORTOGONALIDAD

La diferencia básica entre OFDM y otras técnicas de modulación con múltiples portadoras es la ortogonalidad.

Esta característica hace que OFDM sea muy eficiente espectralmente, ya que utiliza menos ancho de banda

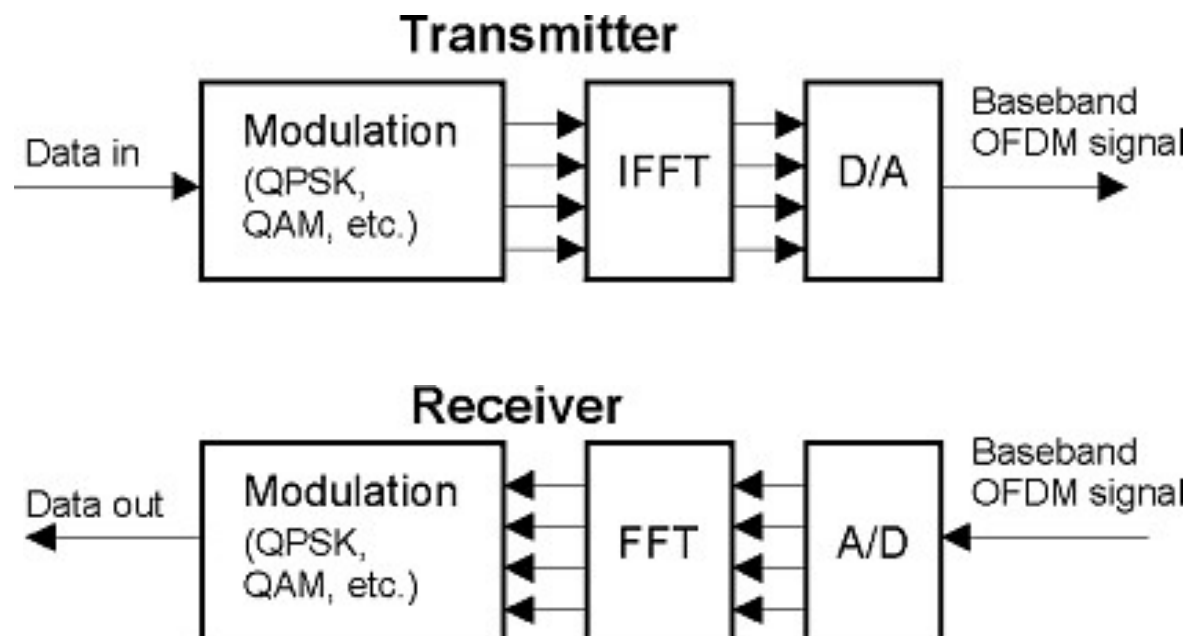


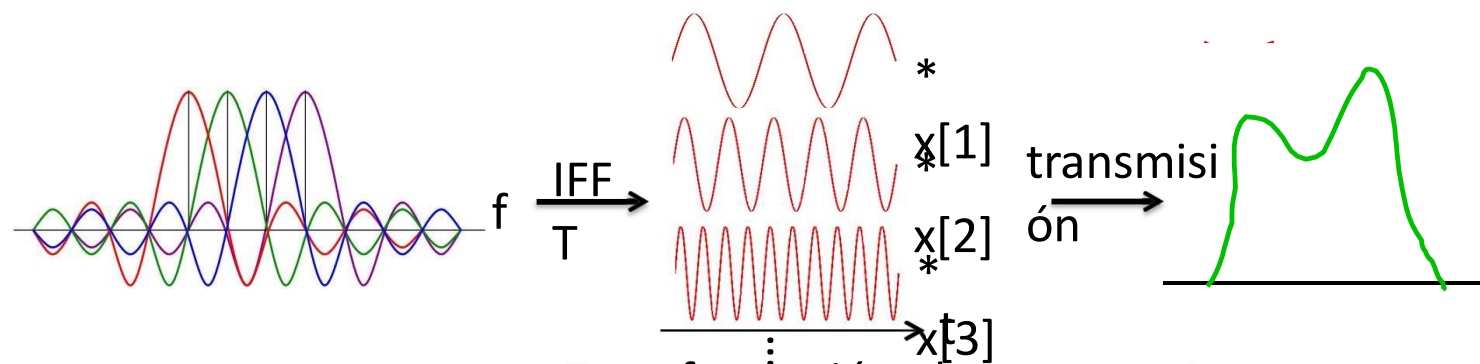
DIFERENCIA EN FDM Y OFDM



No necesita guarda bandas

DIAGRAMA EN BLOQUE COMPLETO OFDM

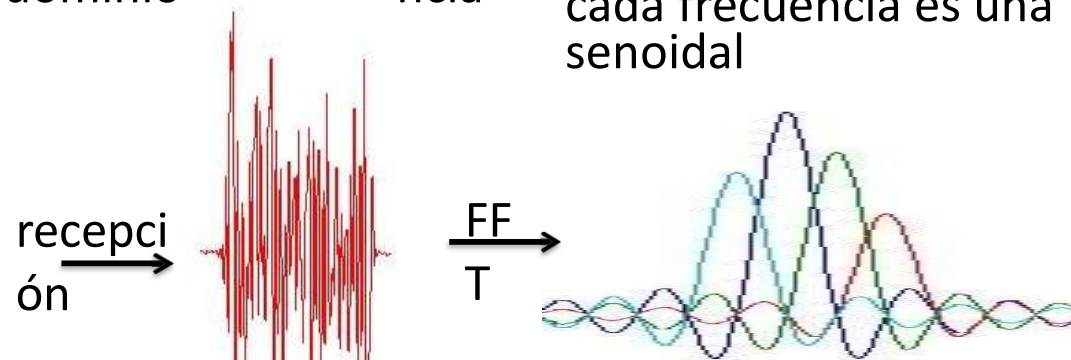




Datos codificados en el dominio de frecuencia

Transformación al dominio del tiempo: cada frecuencia es una senoidal

Respuesta en frecuencia del canal



Señal en el dominio del tiempo

Señal en el dominio de la frecuencia

Decode each subcarrier separately

02/05/2023

IFFT

Encode: Muestras en el dominio de la frecuencia → Muestras en el dominio del tiempo

$$x(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} X[k] e^{j 2\pi kt/N}$$

Dominio en el tiempo

Dominio en frecuencia

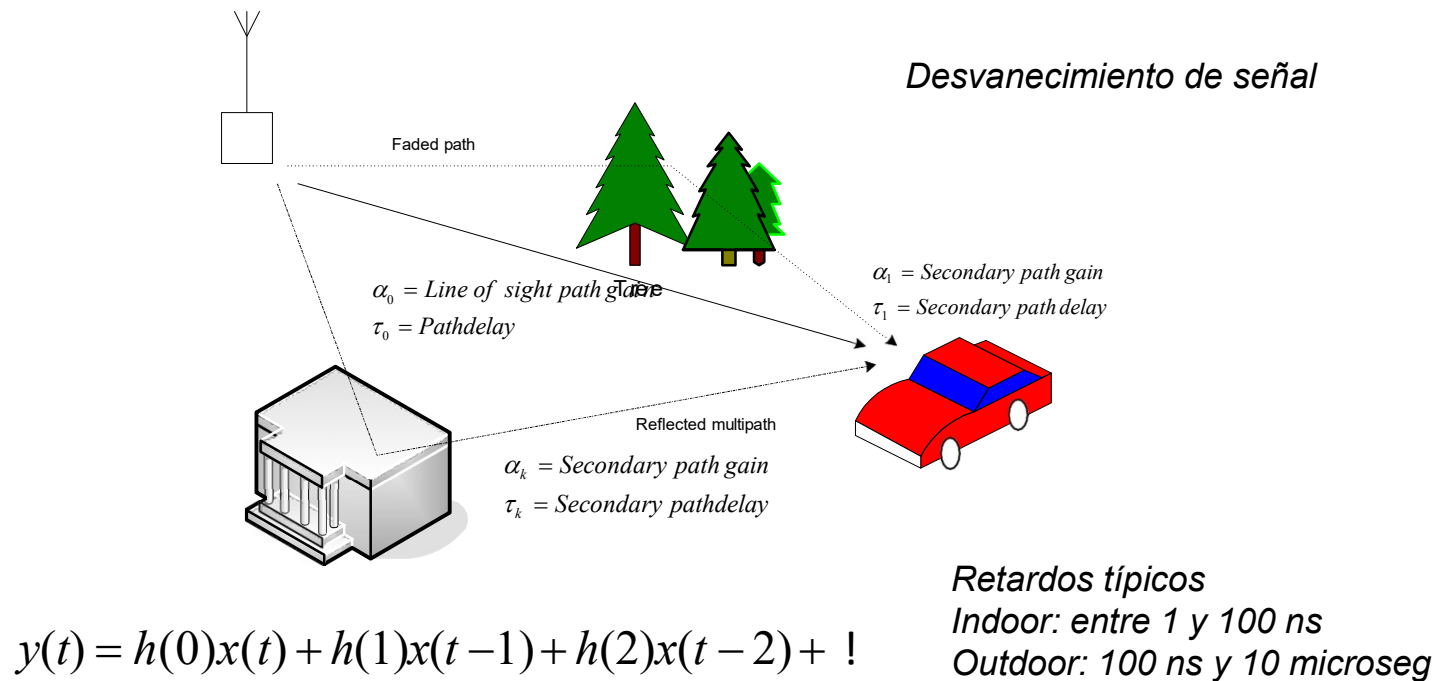
$$X[k] = \frac{1}{N} \sum_{t=N/2}^{N/2-1} x(t) e^{-j 2\pi kt/N}$$

FFT

Decodificación: Muestras en el dominio en el tiempo → Muestras en el dominio de la frecuencia

Ing. Anibal Pose

EFEECTO MULTITRAYECTORIA



EFECTO MULTITRAYECTORIA

Reflexión. Ocurre cuando la señal encuentra una superficie que es larga comparado con la longitud de onda de la señal.

Dispersión. Sucede cuando la señal tropieza en un cuerpo cuyo tamaño está en el orden o es menor que la longitud de onda de la señal.

Difracción. Ocurre en los lados de un cuerpo impenetrable que es muy grande en comparación a la longitud de onda de la onda de la señal.

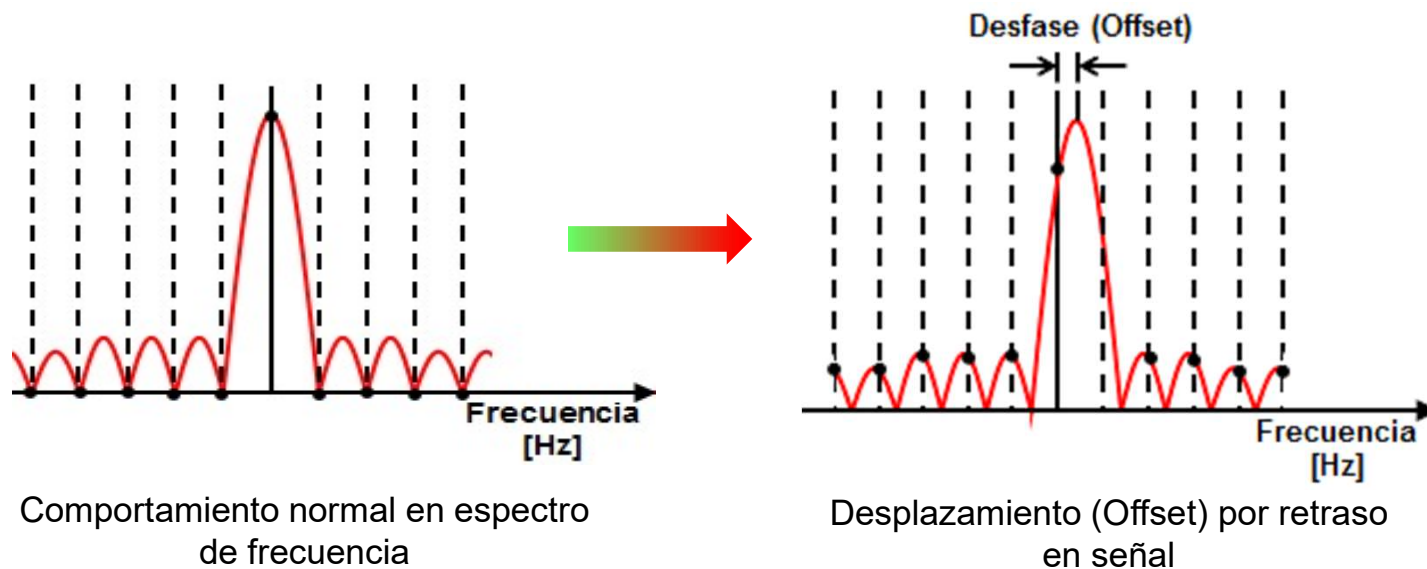
Modelo Rayleigh: Se utiliza cuando no hay NOS

Modelo de Rician: Se utiliza cuando existe LOS

EFECTO MULTITRAYECTORIA

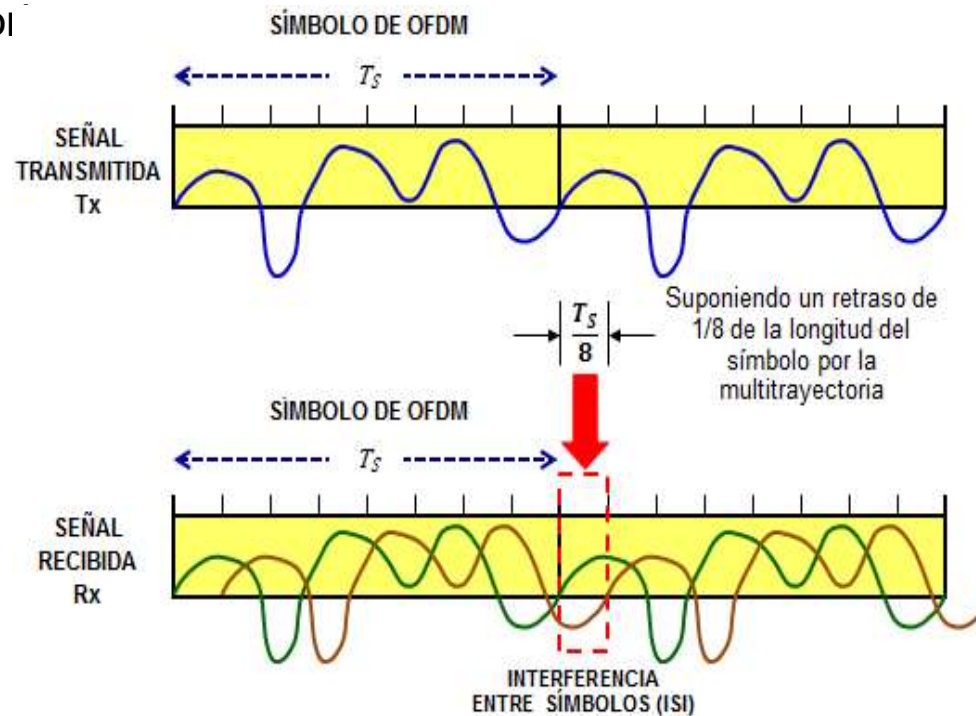
La propagación de la señal por trayectorias múltiples ocasiona dos afectaciones en la señal OFDM:

- Interferencia interportadora ICI, “Intercarrier Interference”.
- Interferencia entre Símbolos ISI, “Inter Symbol Interference”.



EFECTO MULTITRAYECTORIA

La Interferencia entre Símbolos ISI consiste en la afectación del siguiente símbolo por retraso de la señal por la aparición múltiples trayectorias



PREFIJO CÍCLICO

Para solucionar los problemas presentados por las Interferencias entre símbolos (ISI), y para incrementar de robustez y confiabilidad del sistema frente a las Interferencias Interportadoras (ICI), en los símbolos de datos de OFDM se inserta el Prefijo cíclico.

Consiste en reservar para la longitud del símbolo a ser enviado en cada subportadora un espacio al inicio de los datos del símbolo con las últimas muestras del símbolo OFDM anterior.

