

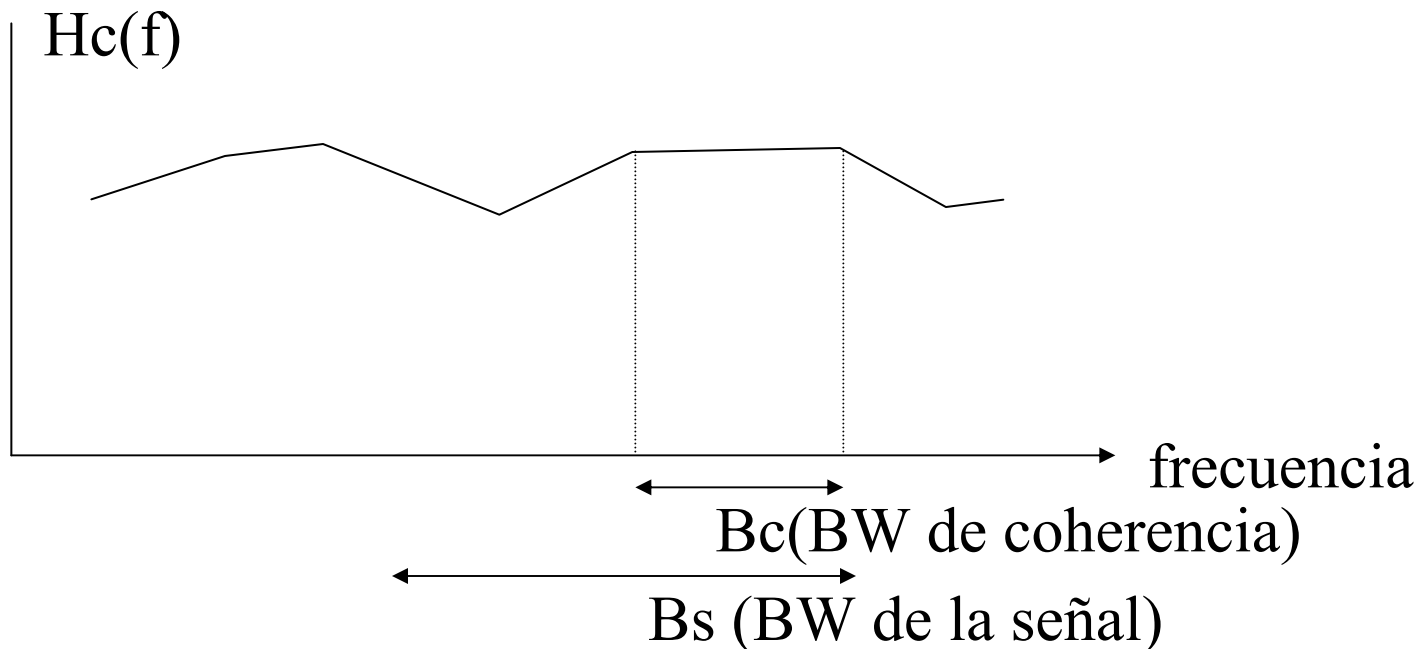
Caracterización del canal en banda ancha



Jhon Jairo Padilla Aguilar
PhD. Ingeniería Telemática

Introducción

- Hay dos tipos de canales móviles:
 - Canal móvil Banda estrecha ($B_s < B_c$)
 - Canal móvil Banda ancha ($B_s > B_c$)

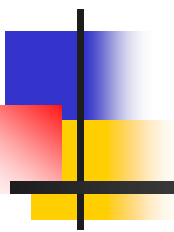




Introducción

- Canal Banda estrecha:
 - Bajas velocidades
 - Sistemas analógicos
 - Es suficiente tener en cuenta el desvanecimiento rápido (suma incoherente de diferentes ecos)
- Canal Banda ancha:
 - Elevadas velocidades de Tx
 - Sistemas digitales
 - Se requiere tener en cuenta además otros efectos derivados de la propagación multitrayecto y del desplazamiento del móvil

Efectos de la propagación multi-camino





Dispersión temporal

- Señal transmitida se recibe en el receptor como:
 - Una componente directa
 - Múltiples Ecos
- Estas señales llegan con amplitudes, fases y tiempos de llegada aleatorios, lo que afecta la señal resultante en el receptor.
- Exceso de retardo (Delay excess): Diferencia de tiempo que demora en llegar el rayo i-ésimo con respecto al rayo directo



Dispersión de retardo (Delay Spread)

- Describe el conjunto de valores de exceso de retardo para todos los ecos.
- Su valor depende del entorno de propagación:
 - Medios urbanos ($0.5 \mu\text{seg}$ a $1.5 \mu\text{seg}$)
 - Medios rurales (mucho mayor, hay reflexiones y difracciones lejanas)



Consecuencias

- ISI: Interferencia Intersimbólica
 - Es producida por la dispersión temporal
 - Tiene efectos en el dominio del tiempo de la dispersión temporal
- FSF: Frequency Selective Fading
 - Desvanecimiento selectivo en frecuencia
 - Efecto de la dispersión temporal en el dominio de la frecuencia
 - Unas componentes de la señal se atenúan más que otras (la función de transferencia del canal no es plana)

Efectos de la movilidad de los terminales





Fenómeno

- Si un vehículo se mueve a través del patrón de ondas estacionarias generado por la propagación multitrayecto, la amplitud de la señal recibida varía en función del tiempo con un ritmo que depende de la velocidad del móvil.
- La variación espacial se transforma en variación temporal.



Efectos

- El desvanecimiento espacial se transforma en **Desvanecimiento selectivo en tiempo** (TSF: Time Selective Fading)
- Las variaciones temporales de la señal recibida producen **Dispersión de frecuencia** denominada también **Desplazamiento Doppler** (Doppler Shift)



Desplazamiento Doppler

- Depende de:
 - Velocidad
 - Dirección de movimiento
 - Frecuencia de la señal
- Produce variaciones de las frecuencias que componen la señal y por tanto, Distorsión de la señal.
- Cada componente de multitrayecto experimenta un desplazamiento Doppler f_{di}
- Dispersión Doppler: Parámetro obtenido a partir del conjunto de desplazamientos Doppler. Evalúa la movilidad.



Consecuencias del TSF

- Elementos sucesivos de la señal transmitidos en tiempos diferentes (como en TDMA), ven distintos canales
- Al recibirse la totalidad, habrá distorsión
- Si se transmite una señal larga, puede ocurrir que el prólogo de la señal vea un canal diferente del que contempla el epílogo de la misma señal.



Tiempo de coherencia

- Para describir el TSF se usa un parámetro llamado *Tiempo de coherencia* del canal (T_c)
- Si dos elementos de señal están separados entre sí un tiempo menor que T_c , están correlados y ven el mismo canal
- Si la separación de dos elementos es mayor que T_c :
 - Tienen diferente correlación
 - Ven diferente Canal
 - Por tanto los afecta el TSF



Valores típicos de T_c

- Frecuencia: 900 Mhz
- Velocidad del móvil: 90 Km/hora
- Usando diversidad de espacio, con separación entre antenas de 17 cm
- $T_c = 3.2$ mseg



Soluciones

- Empleo de Diversidad en Rx
- Saltos de frecuencia
- Equalizadores digitales en el Rx
- Códigos Detectores/correctores de errores con entrelazado

Matriz de entrelazado

- Es una solución para disminuir la BER
- Esto se logra rompiendo las ráfagas de errores.





Matriz de entrelazado

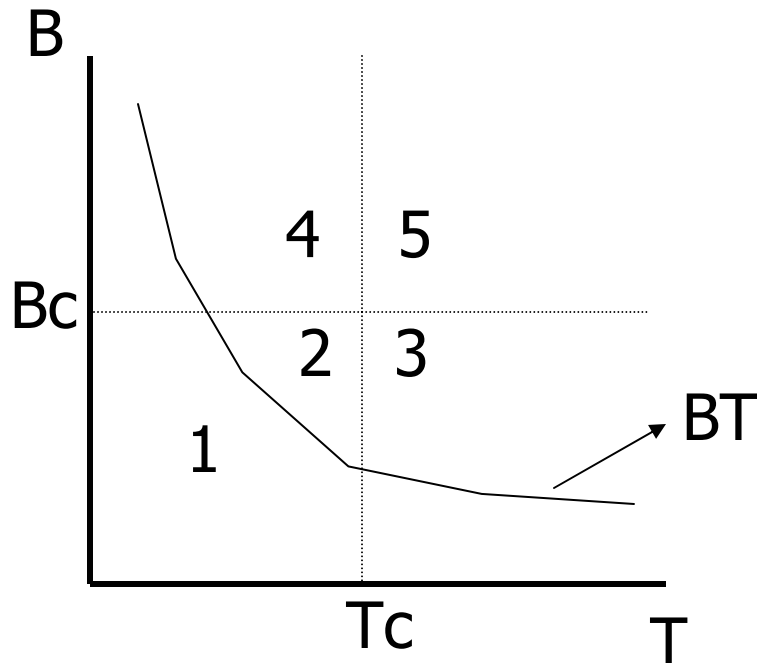
- En el receptor se reordena la matriz (incluye un t de retardo)
- Restricción: $2MN < \text{Retardo tolerado}$
- Si hay errores a ráfagas, los bits perdidos pertenecen a distintas palabras (es más fácil corregir los errores de c/ palabra)
- $T_{\text{ráfaga}} < T_c$

Funciones para caracterizar el canal móvil

- Existen dos tipos de variables:
 - Temporales: retardo (t'), tiempo (t)
 - Frecuenciales: frecuencia(f), desplazamiento doppler (v)
- Aplicando transformadas, se pueden conocer unas variables a partir de las otras:
 - Dispersión temporal (t') ↔ Desvan.Select.Frec. (f)
 - Variabilidad temporal (t) ↔ Dispersión de frec. (v)

Clasificación de los canales móviles multitrayecto

- Según los efectos de transmitir una señal de duración T y ancho de Banda B :



Zona	Tipo de canal
1	No es posible la Tx
2	Canal plano en f y t
3	Canal plano en f , no en t
4	Canal plano en t , no en f
5	Canal no plano (ni f , ni t)