

# COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

## Curso 2018 - Proyecto Final

### 1. Introducción.

El código de Matlab adjunto permite generar la ganancia de un canal plano, con desvanecimiento Rayleigh, y espectro Doppler de acuerdo al modelo de **Clarke**. Con los parámetros originales permite obtener una salida correspondiente a 1 segundo de un canal en 900MHz muestreado a  $5\ \mu\text{s}$ . Estos valores son similares a los de un subcanal de GSM de 200kHz de ancho de banda, **si nos olvidamos del multiplexado en tiempo con otros usuarios, y suponemos que la dispersión de retardos ( $T_D$ ) es inferior a los  $5\ \mu\text{s}$** . Supondremos además que no hay interferencia multiusuario, y que el receptor posee sincronización completa y perfecta.

Asumiendo una velocidad media del receptor de 60km/h, indique los siguientes parámetros del canal:

- Ancho de Banda de Coherencia,  $B_C$ .
- Tiempo de Coherencia,  $T_C$ .
- Ancho de Banda Doppler,  $B_D$ .



¿Es el canal *overspread* o *underspread*?

Verifique el valor de  $T_C$  calculando la correlación empírica de la salida del canal (es decir, calculando la correlación de la secuencia de ganancias de una realización canal).

### 2. Desempeño con CSI parcial y tasa fija.

Suponiendo que el receptor conoce el valor de la ganancia de canal, **indique la tasa de bits que se obtiene en cada uno de los siguientes esquemas** y calcule una cota para la probabilidad de error de bit,  $P_b$ , en función de la relación  $SNR = E_s/N_0$ . Simule cada escenario en el rango de valores de  $SNR$  desde 0 dB hasta el valor que permita obtener una probabilidad de error de bit de aproximadamente  $10^{-5}$  (con pasos de 1dB). Para decidir cuantas corridas debe simular puede utilizar como regla práctica que deberían contarse 100 errores aproximadamente para poder estimar razonablemente la probabilidad de error (o sea, para estimar una probabilidad de error de aproximadamente  $10^{-5}$  hay que simular por lo menos  $10^7$  bits). Muestre en cada caso una gráfica con el resultado teórico junto con el obtenido por simulación.

- BPSK.
- 16-QAM con código de repetición de 4 veces, sin entrelazador.
- 16-QAM con código de repetición de 4 veces, con entrelazador.

Para el último caso Ud. deberá diseñar un entrelazador que permita lograr diversidad 4.

### 3. Desempeño con CSI completa y tasa variable.

Suponiendo que el receptor y el transmisor conoce el valor de la ganancia de canal, implemente un esquema de tasa variable en función de la relación  $SNR$  efectiva en el receptor ( $SNR_{eff} = |h|^2 SNR$ ) de acuerdo al siguiente criterio:

- No se transmite nada si es menor que -10dB.
- BPSK con código de repetición 4 entre -10 y -5dB.
- QPSK con código de repetición 4 entre -5 y 0dB.
- QPSK con código de repetición 2 entre 0 y 5dB.
- QPSK entre 5 y 10dB.
- 16-QAM si es mayor que 10dB.

Calcule la tasa promedio de este esquema en forma teórica. Evalúe el resultado para el rango de valores de  $SNR$  de 0 hasta 10dB. Simule este escenario para obtener su desempeño en términos de probabilidad de error de bit. Calcule también en cada caso la tasa media que se transmitió. Grafique los resultados de  $P_b$  y los de tasa promedio, comparando éstos últimos con los resultados teóricos obtenidos previamente.

### 4. Conclusiones.

Discuta ventajas y desventajas de los esquemas analizados, considerando aspectos prácticos de su implementación, tiempos de latencia requeridos por aplicaciones específicas, etc, etc. Analice también el efecto del cambio de la velocidad promedio del móvil, es decir, situaciones con desvanecimientos más lentos y más rápidos que el considerado.