PROYECTO PRIME

# Introducción

El proyecto consiste en realizar un modelado de la simulación de la transmisión de tramas de Carga (Payload) según el estándar de PRIME, ITU-T G.9904. No se tendrá en cuenta la parte de la trama destinada a la transmisión del preámbulo (Preamble), Encabezado (Header) ni del CRC.

# Cuestiones prácticas

* El trabajo se realizará en grupos de dos personas.
* Como resultado del trabajo se entregará un informe (bien utilizando la herramienta de “publish” o bien en un documento de texto) donde se resuelvan todas las implementaciones y cuestiones que se plantean.
* Las explicaciones, comentarios y valoraciones sobre el planteamiento de los apartados y los resultados obtenidos suponen un 50% de la nota, el otro 50% corresponde a los resultados en sí. Los valoraciones deberán incluir un análisis cuantitativo.
* Acompañado al informe se entregarán los ficheros de código utilizados para generar los resultados y figuras incluidos en el informe.
* Para la realización del proyecto se dispondrá de 8 horas lectivas y las correspondientes horas de trabajo fuera del aula.
* La fecha tope para la entrega será el día 23 de Diciembre a las 23:59.

# Actividades

## Implementación de todos los modos de comunicación de PRIME en el caso de canal sin distorsión y sin FEC (4 puntos sobre 10)

En este apartado, y como primera aproximación, se evaluará la transmisión en línea en el caso de canal no dispersivo. En consecuencia, no será necesario incluir en la transmisión prefijo cíclico. Tampoco se incluirán códigos de corrección de errores, FEC.

Los resultados a mostrar serán:

1. Elección de parámetros de simulación

En base a los datos de dimensionamiento de trama que se especifican en el estándar, elegir y justificar la elección para los formatos de modulación DBPSK, DQPSK y D8PSK de los parámetros de simulación siguientes:

* número de bits, de forma que se puedan obtener valores de BER fiables inferiores incluso a 10-4,
* número de símbolos OFDM por trama, previendo que cuando el canal sea dispersivo se podrá considerar estable durante 100 ms, pero no más.
* número de tramas payload, siempre mayor que uno,
* número de símbolos OFDM por trama payload

1. Mostrar que el comportamiento del sistema simulado corresponde con el teórico en términos de curvas de BER frente a SNR, para todos los modos de comunicación sin FEC definidos en el estándar. SNR es la relación señal a ruido a la entrada del receptor sobre el ancho de banda útil de la señal OFDM, las frecuencias para las que las portadoras no son nulas, para un canal AWGN invariante en frecuencia, es decir, considerande que la respuesta impulsiva de canal es h[n] = [1]. Se seguirán los pasos siguientes:

* Mostrar que, en ausencia de ruido, y sin incluir prefijo cíclico, la transmisión recepción, empleando en la cadena de transmisión únicamente modulador DPSK + IFFT, y en la de recepción FFT + demodulador DPSK, no genera ningún error

La documentación de los bloques debe describir cómo se incluye la fase inicial en la modulación diferencial de fase, de acuerdo con el estándar, así como el proceso de demodulación diferencial.

* Mostrar la ausencia de errores de transmisión cuando se añade a la cadena del punto anterior los bloques de aleatorización y desaleatorización
* Finalmente, representar las curvas BER vs SNR teóricas y simuladas, estas últimas empleando secuencias de bits pseudoaleatorias.

## Inclusión de modelo de canal e inclusión de ecualizador (3 puntos sobre 10)

Así como en las implementaciones anteriores se ha supuesto un canal invariante en frecuencia, en este apartado se asumirá que el canal cuenta con la siguiente respuesta al impulso discreto, que por simplicidad se considerará a partir de este punto constante en el tiempo:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | n<0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | n>8 |
|  | 0 | -0.1 | 0.3 | -0.5 | 0.7 | -0.9 | 0.7 | -0.5 | 0.3 | -0.1 | 0 |

1. Los resultados a mostrar serán:

* Si la señal que se inyecta en línea se denomina s(t), escribir la expresión algebraica de la señal recibida incluyendo únicamente el efecto de la dispersión del canal.
* Representar gráficamente, y analizar, la función de transferencia en frecuencia del canal, en dB.
* Modificar el código desarrollado en el apartado anterior para incluir el efecto del canal, y obtener las curvas de BER si no se implementa ni prefijo cíclico ni ecualización en recepción.
* Incluir en el sistema prefijo cíclico y, en el receptor, después del demodulador (bloque FFT), un ecualizador. Emplear como piloto el primer símbolo OFDM: asumir que el receptor conoce las amplitudes complejas de las portadoras del primer símbolo OFDM antes de inyectar la señal en línea. Con estos añadidos, calcular y representar las nuevas curvas de BER frente a SNR para todos los modos de transmisión sin FEC

## Implementación de todos los modos de comunicación de PRIME con FEC (3 puntos sobre 10)

Partiendo del sistema ya definido con su código para la obtención de curvas de BER frente a SNR, incluyendo canal real, incluir las técnicas de corrección de errores, FEC, definidas en el estándar. Los resultados a mostrar serán:

1. Modificación de parámetros de simulación

Para implementar FEC es necesario modificar los valores de algunos parámetros de simulación. Se debe justificar la modificación, teniendo en cuenta que las tramas payload deben construirse de acuerdo al estándar PRIME, que se establece una diferencia entre bits de información, o antes de codificar, y bits codificados, la existencia de bits de vaciado (flushing), etc.

1. Simulación con FEC

* Mostrar que, en ausencia de ruido, la cadena de transmisión-recepción del final del apartado anterior, ampliada con los módulos de entrelazado y desentrelazado no genera ningún error.
* Mostrar que, en ausencia de ruido, la cadena de transmisión-recepción anterior ampliada con los módulos de codificación y decodificación no genera ningún error. Para codificar/decodificar emplear las funciones convenc/vitdec de MATLAB, y para saber cómo emplearlas mirar, en MATLAB, en la "Reference page for poly2trellis", que incluye ejemplos de utilización.
* Represente y compare las curvas de BER frente a SNR con FEC con las sin FEC, para todos los modos de transmisión definidos en el estándar.