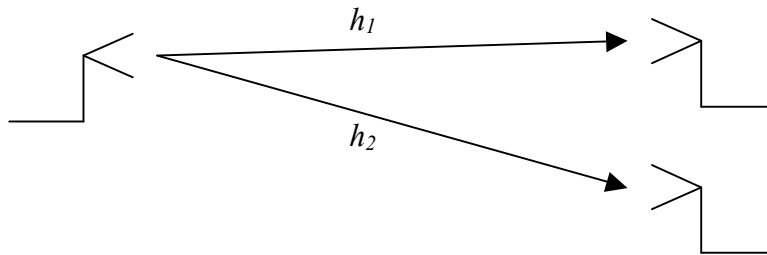


Apartado 1

En este apartado analizamos el uso de múltiples antenas en recepción para obtener diversidad espacial. Vamos a simular un sistema de comunicaciones con dos antenas en recepción y una en transmisión, tal y como se muestra en la figura.



Considere h_1 y h_2 canales complejos Rayleigh i.i.d con ruido AWGN, independientes entre sí. Las señales recibidas por ambas antenas son introducidas en un combinador. La salida del combinador se introduce en un detector, que a su vez alimenta un demodulador. Simule el sistema para SNRs por antena receptora de 0 a 20dB, con modulación BPSK.

Sugerencia: tras el combinador, es necesario hacer un detector ML. Cuando el combinador es selectivo a su salida tendremos el mejor de los canales, y el detector ML será el correspondiente a ese canal. Si el combinador es MRC el canal equivalente es diferente, ya que hemos recibido dos señales por canales distintos y luego hemos multiplicado cada una por el conjugado del canal correspondiente. Por tanto el detector ML será: $x_{ML} = \arg_x \min \{ |y_{MRC} - (|h_1|^2 + |h_2|^2)x | \}$.

Hito 1

- 1) Abra el archivo HITO1.m y complete el código.
- 2) Represente la BER frente a SNR(dB) sobre la misma gráfica para los siguientes esquemas:
 - a. Receptor de una antena
 - b. Receptor de dos antenas y combinador SC
 - c. Receptor de dos antenas y combinador MRC
 - d. Receptor de tres antenas y combinador SC
 - e. Receptor de tres antenas y combinador MRC
- 3) Comente el resultado.

Apartado 2

En este apartado analizamos el efecto de la utilización de codificación de canal sencilla (código BCH) en un sistema de comunicaciones con un canal Rayleigh. Implemente un codificador BCH (15,5) e insértelo previamente al modulador. En recepción, tras la demodulación, implemente el decodificador correspondiente. Realice la simulación para un vector de SNRs de 0 a 20 dB, con modulación BPSK y canal Rayleigh.

Sugerencia: en Matlab existen funciones que implementan tanto el codificador como el decodificador BCH que son, respectivamente bchenc y bchdec. Estas funciones toman como datos de entrada y devuelven como datos de salida un tipo de estructura de datos especial que son matrices pertenecientes al campo de Galois. Para convertir el vector de bits a ese campo se puede usar la función gf(). El código para el codificador quedaría:

```
% Codificación BCH
msg = gf(bits);
c = bchenc(msg,n,k);
bits_cod = double(c.x);
```

La variable bits es una matriz que contiene los bits generados y cuyas dimensiones son: k columnas (cada fila será un mensaje de 5 bits que el codificador convertirá en un código de 15 bits) y L filas, para un total de L·k bits transmitidos. Como bchenc devuelve un tipo de datos diferente al que usamos habitualmente (doubles) la última línea convierte este tipo de datos a una matriz de doubles.

En recepción el proceso es similar, pero en sentido inverso:

```
% Decodificación BCH
c_dec = bchdec(gf(bits_recibidos),n,k);
bits_redibidos_decodificados = double(c_dec.x);
```

Observará que el proceso de decodificación es lento, ¡tenga paciencia!

Hito 2

- 1) Abra el archivo HITO2.m y complete el código. ¿Qué tipo de ganancia debería observarse al introducir el codificador?
- 2) Represente el resultado (BER frente a SNR) usando el codificador/decodificador BCH y compare los resultados con el sistema básico sobre canal Rayleigh (sin codificación) y con el sistema de dos antenas en recepción. Comente el resultado.
- 3) Ahora vamos a generar un canal algo distinto. Aunque sigue siendo Rayleigh, asumimos que el canal se mantiene constante durante los 7 bits que forman cada bloque de codificación. Ayúdese de los comentarios que hay en el código para generarlo, ejecute la simulación de nuevo, ahora con este canal, compare el resultado con el obtenido anteriormente, y comente el resultado.