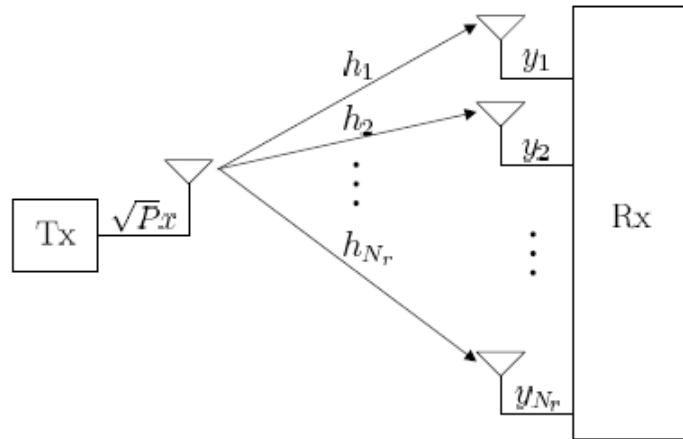


Exercise 11

11.1 BER over SIMO Rayleigh fading channel



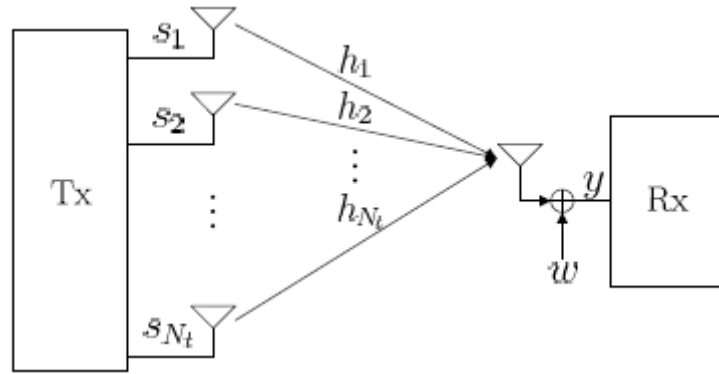
考慮多接收天線(SIMO)系統,接收端的天線數為 N_r , 傳送端送出 QPSK 訊號 $x[m]$ 之後, 第 k 個天線之接收訊號為

$$y_k[m] = h_k[m]x[m] + n_k[m], \quad k = 1, 2, \dots, N_r$$

其中 QPSK 訊號 $x[m]$ 的位元平均能量為 $E_{avb} = \mathbf{E}[|x[m]|^2]/2$, $n_k[m]$ 為複數高斯白雜訊, 實部及虛部為獨立的高斯隨機變數 $N(0, N_0/2)$, $h_k[m]$ 是 Rayleigh fading 通道係數, 其機率分佈為 $h_k[m] \sim CN(0,1)$, 且假設 $h_k[m]$ 隨著時間獨立變化. 請以 Matlab 程式模擬產生等機率隨機位元訊號, 及 N_r 個天線之接收訊號.

- 接收端採用 Selection Combining 後偵測傳送訊號, 統計位元錯誤率(BER). 在圖上畫出橫軸為 $\text{SNR}_b = E_{avb}/N_0$ ($\text{SNR}_b = -3 \text{ dB}, 0 \text{ dB}, 3 \text{ dB}, 6 \text{ dB}, 9 \text{ dB}$), 縱軸為位元錯誤率的圖 (錯誤率請用 log-scale 繪圖), 圖上包含 4 條曲線, 分別為 $N_r = 2, 4, 6, 8$ 的錯誤率.
- 接收端採用 Equal-Gain Combining 後偵測傳送訊號, 統計位元錯誤率(BER). 在圖上畫出橫軸為 $\text{SNR}_b = E_{avb}/N_0$ ($\text{SNR}_b = -3 \text{ dB}, 0 \text{ dB}, 3 \text{ dB}, 6 \text{ dB}, 9 \text{ dB}$), 縱軸為位元錯誤率的圖 (錯誤率請用 log-scale 繪圖), 圖上包含 4 條曲線, 分別為 $N_r = 2, 4, 6, 8$ 的錯誤率.
- 接收端採用 Maximum Ratio Combining 後偵測傳送訊號, 統計位元錯誤率(BER). 在圖上畫出橫軸為 $\text{SNR}_b = E_{avb}/N_0$ ($\text{SNR}_b = -3 \text{ dB}, 0 \text{ dB}, 3 \text{ dB}, 6 \text{ dB}, 9 \text{ dB}$), 縱軸為位元錯誤率的圖 (錯誤率請用 log-scale 繪圖), 圖上包含 4 條曲線, 分別為 $N_r = 2, 4, 6, 8$ 的錯誤率.

11.2 BER over MISO Rayleigh fading channel



考慮多傳送天線(MSIO)系統,接收端的天線數為 N_r , 傳送端送出 QPSK 訊號 $x[m]$ 之後, 第 k 個天線之傳送訊號為 $s_k[m] = \beta_k x[m]$, $x[m] \in \{(\pm 1 \pm j)/\sqrt{2}\}$ 是能量為一的 QPSK 訊號,係數 β_k 須滿足傳送功率限制, i.e., $|\beta_1|^2 + |\beta_2|^2 + \dots + |\beta_{N_t}|^2 = E_{av}$, 位元平均能量為 $E_{avb} = E_{av}/2$, 接收端收到的訊號為

$$y[m] = \sum_{k=1}^{N_t} h_k[m] s_k[m] + n[m],$$

其中 $n[m]$ 為複數高斯白雜訊,實部及虛部為獨立的高斯隨機變數 $N(0, N_0/2)$, $h_k[m]$ 是 Rayleigh fading 通道係數,其機率分佈為 $h_k[m] \sim CN(0,1)$, 且假設 $h_k[m]$ 隨著時間獨立變化.

- 請以 Matlab 程式模擬產生等機率隨機位元訊號及 QPSK 符元,若傳送端採用 Antenna selection,請產生 N_t 個天線之傳送訊號及接收訊號,偵測 QPSK 符元後,統計位元錯誤率(BER). 在圖上畫出橫軸為 $\text{SNR}_b = E_{avb}/N_0$ ($\text{SNR}_b = -3 \text{ dB}, 0 \text{ dB}, 3 \text{ dB}, 6 \text{ dB}, 9 \text{ dB}$),縱軸為位元錯誤率的圖 (錯誤率請用 log-scale 繪圖),圖上包含 4 條曲線,分別為 $N_t=2,4,6,8$ 的錯誤率.
- 請以 Matlab 程式模擬產生等機率隨機位元訊號及 QPSK 符元,若傳送端採用 Transmit Beamforming,請產生 N_t 個天線之傳送訊號及接收訊號,偵測 QPSK 符元後,統計位元錯誤率(BER). 在圖上畫出橫軸為 $\text{SNR}_b = E_{avb}/N_0$ ($\text{SNR}_b = -3 \text{ dB}, 0 \text{ dB}, 3 \text{ dB}, 6 \text{ dB}, 9 \text{ dB}$),縱軸為位元錯誤率的圖 (錯誤率請用 log-scale 繪圖),圖上包含 4 條曲線,分別為 $N_t=2,4,6,8$ 的錯誤率.
- 請以 Matlab 程式模擬產生等機率隨機位元訊號及 QPSK 符元,若傳送端採用 Equal-Gain Transmission,請產生 N_t 個天線之傳送訊號及接收訊號,偵測 QPSK 符元後,統計位元錯誤率(BER). 在圖上畫出橫軸為 $\text{SNR}_b = E_{avb}/N_0$ ($\text{SNR}_b = -3 \text{ dB}, 0 \text{ dB}, 3 \text{ dB}, 6 \text{ dB}, 9 \text{ dB}$),縱軸為位元錯誤率的圖 (錯誤率請用 log-scale 繪圖),圖上包含 4 條曲線,分別為 $N_t=2,4,6,8$ 的錯誤率.