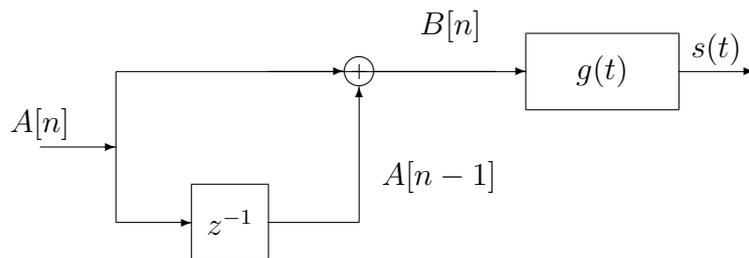


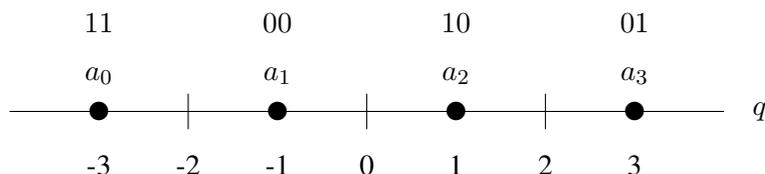
## Sistemas Telecomunicación - Ejercicios Adicionales

### Tema 2

1. Considere la transmisión de la señal coloreada  $B[n]$  de la figura, donde  $A[n] \in \{-1, +1\}$  es binaria, antipodal (constelación 2-PAM) y blanca.

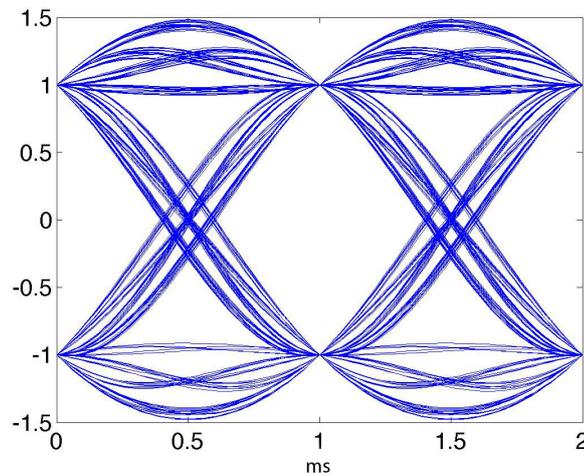


- Calcule la autocorrelación  $R_B[k]$  de la señal  $B[n]$ .
  - Calcule la densidad espectral de potencia  $S_B(e^{j\omega})$  de la señal  $B[n]$ .
  - Escriba la expresión de la densidad espectral de potencia  $S_S(j\omega)$  de la señal conformada  $s(t)$ .
  - Dibuje la densidad espectral de potencia  $S_S(j\omega)$  para los dos siguientes casos:
    - $G_a(j\omega) = \sqrt{T_s} \cdot \text{sinc}\left(\frac{\omega T_s}{2\pi}\right)$
    - $G_b(j\omega) = \sqrt{T_s} \cdot \Pi\left(\frac{\omega T_s}{2\pi}\right)$
2. Considere la transmisión de la señal 4-PAM  $A[n] \in \{-3, -1, +1, +3\}$  en un sistema sin ISI y con ruido aditivo blanco y gaussiano (AWGN) de potencia  $N_0/2$  en el receptor. Asumiendo detección ML y que todos los símbolos son equiprobables:
- Calcule  $P_{e|a_0}$ , es decir, la probabilidad de error de símbolo cuando se transmite el símbolo  $a_0 = -3$ .
  - Realice la codificación de Gray para los cuatro símbolos y calcule la  $\text{BER}_{a_0}$ , es decir, la probabilidad de error de bit cuando se transmite el símbolo  $a_0 = -3$ .
  - Calcule ahora la  $\text{BER}_{a_0}$  con la siguiente codificación:



d) Para el caso con codificación de Gray, calcule la  $P_e$  y la BER total del sistema.

3. Se considera el siguiente diagrama de ojo de la señal emitida por un transmisor digital:



- ¿Cuál es la velocidad de transmisión de símbolos?
- ¿Cuál es la velocidad de transmisión de bits?
- ¿Cual es el ancho de banda necesario para transmitir sin ISI, sabiendo que el factor de roll-off del filtro en coseno alzado es  $\alpha = 0,5$ ?
- Dibuje en la figura la apertura del diagrama de ojo (inmunidad contra el ruido) si se comete un error de 0.25 ms en el instante de muestreo.

4. Calcule el ancho de banda mínimo para una transmisión PAM de cuatro niveles con un régimen binario  $R = 2400$  bits/s si la respuesta en frecuencia total del sistema  $P(j\omega)$  es un filtro de coseno alzado con  $\alpha = 1$ .

5. Un flujo binario es transmitido por un canal limitado en banda a 100 KHz. La transmisión se hace bajo una PAM de 32 niveles y la respuesta en frecuencia total del sistema  $P(j\omega)$  es un filtro de coseno alzado con un roll-off de  $\alpha = 0,6$ . Calcule el máximo régimen binario que se puede transmitir sin ISI.