

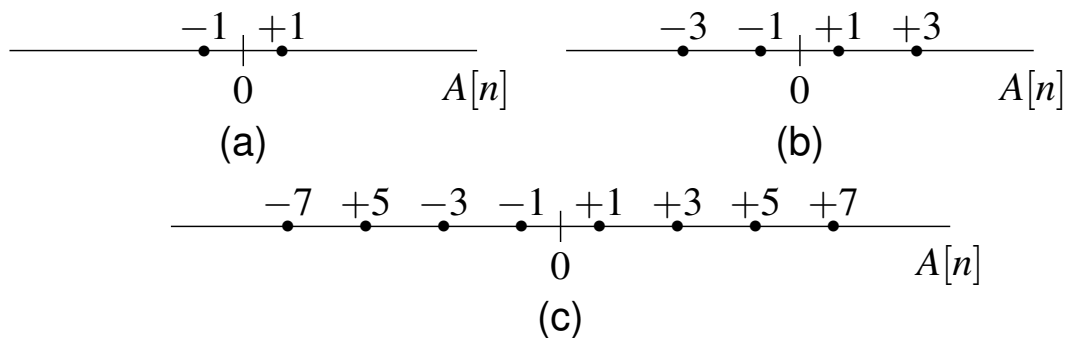
Modulación PAM en banda base

- Modulación unidimensional $N = 1$

$$s(t) = \sum_n A[n] \cdot g(t - nT)$$

- ▶ PAM (*Pulse Amplitude Modulation*)
- ▶ ASK (*Amplitude Shift Keying*)

- Constelaciones: 2-PAM (a), 4-PAM (b), 8-PAM (c)



Densidad espectral de potencia

$$S_s(j\omega) = \frac{1}{T} \cdot S_A(e^{j\omega T}) \cdot |G(j\omega)|^2$$

- Dos contribuciones:
 - ▶ Determinista: $|G(j\omega)|^2$
 - ▶ Estadística (estocástica): $S_A(e^{j\omega})$
- Para secuencias $A[n]$ blancas

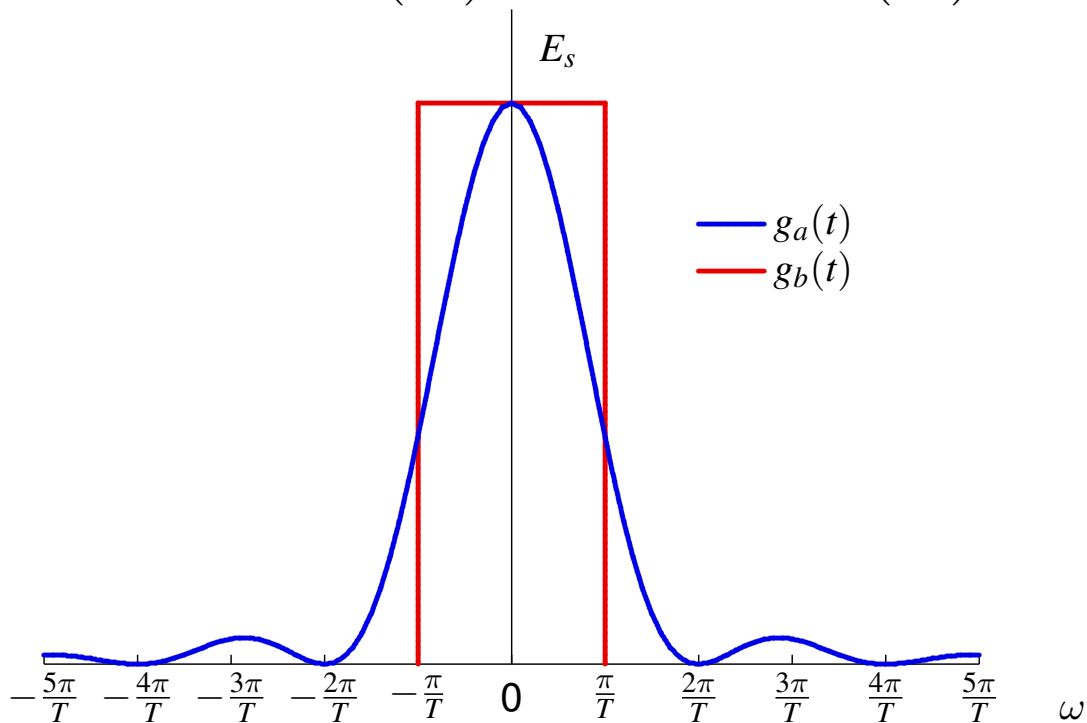
$$R_A[n] = E_s \cdot \delta[n], \quad S_A(e^{j\omega}) = E_s = E \{ |A[n]|^2 \}$$

$$S_s(j\omega) = \frac{E_s}{T} \cdot |G(j\omega)|^2$$

- ▶ $g(t)$: Pulso conformador (filtro transmisor)

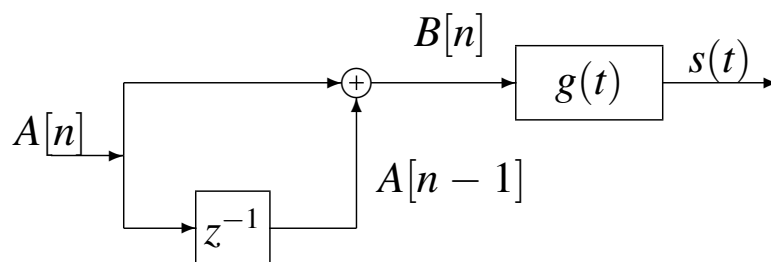
Espectro para secuencias blancas

$$G_a(j\omega) = \sqrt{T} \cdot \text{sinc} \left(\frac{\omega T}{2\pi} \right), \quad G_b(j\omega) = \sqrt{T} \cdot \Pi \left(\frac{\omega T}{2\pi} \right)$$



Secuencia de datos coloreada

- La forma de la D.E.P. se puede modificar también introduciendo correlación en la secuencia transmitida



- Secuencia blanca $A[n]$: 2-PAM ($A[n] \in \{\pm 1\}$)
 - ▶ Energía media por símbolo: $E_s = E[|A[n]|^2] = 1$
- Secuencia coloreada $B[n]$:

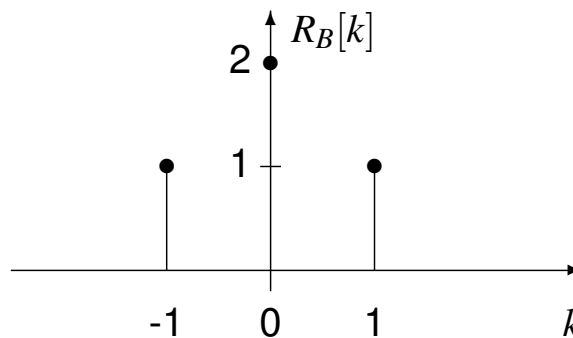
$$B[n] = A[n] + A[n - 1]$$

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} B[n] \cdot g(t - nT)$$

Función de autocorrelación de $B[n]$

- Autocorrelación de $A[n]$: $R_A[k] = E_s \cdot \delta[k] = \delta[k]$
- Autocorrelación de $B[n]$

$$\begin{aligned}R_B[k] &= E [B[n]B^*[n+k]] \\&= E [(A[n] + A[n-1]) \cdot (A[n+k] + A[n+k-1])] \\&= E [A[n]A[n+k]] + E [A[n]A[n+k-1]] \\&\quad + E [A[n-1]A[n+k]] + E [A[n-1]A[n+k-1]] \\&= R_A[k] + R_A[k-1] + R_A[k+1] + R_A[k] \\&= 2R_A[k] + R_A[k-1] + R_A[k+1]\end{aligned}$$



Densidad espectral de potencia

- Secuencia $B[n]$

$$\begin{aligned}S_B(e^{j\omega}) &= \mathcal{TF} \{R_B[k]\} = \sum_k R_B[k] \cdot e^{-j\omega k} \\&= 2 \cdot e^{j\omega \cdot 0} + e^{j\omega \cdot 1} + e^{-j\omega \cdot 1} \\&= 2 \cdot [1 + \cos(\omega)]\end{aligned}$$

- Señal PAM en banda base $s(t)$

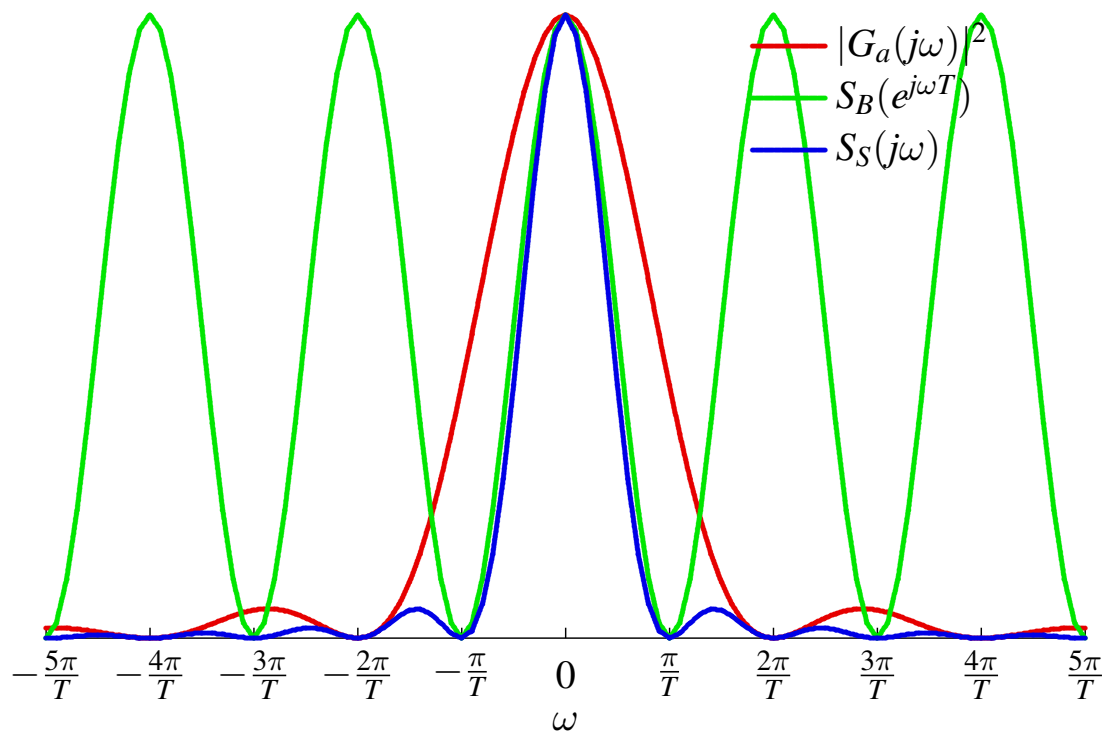
Este sistema transmite la secuencia de datos $B[n]$

$$S_s(j\omega) = \frac{1}{T} \cdot S_B(e^{j\omega T}) \cdot |G(j\omega)|^2$$

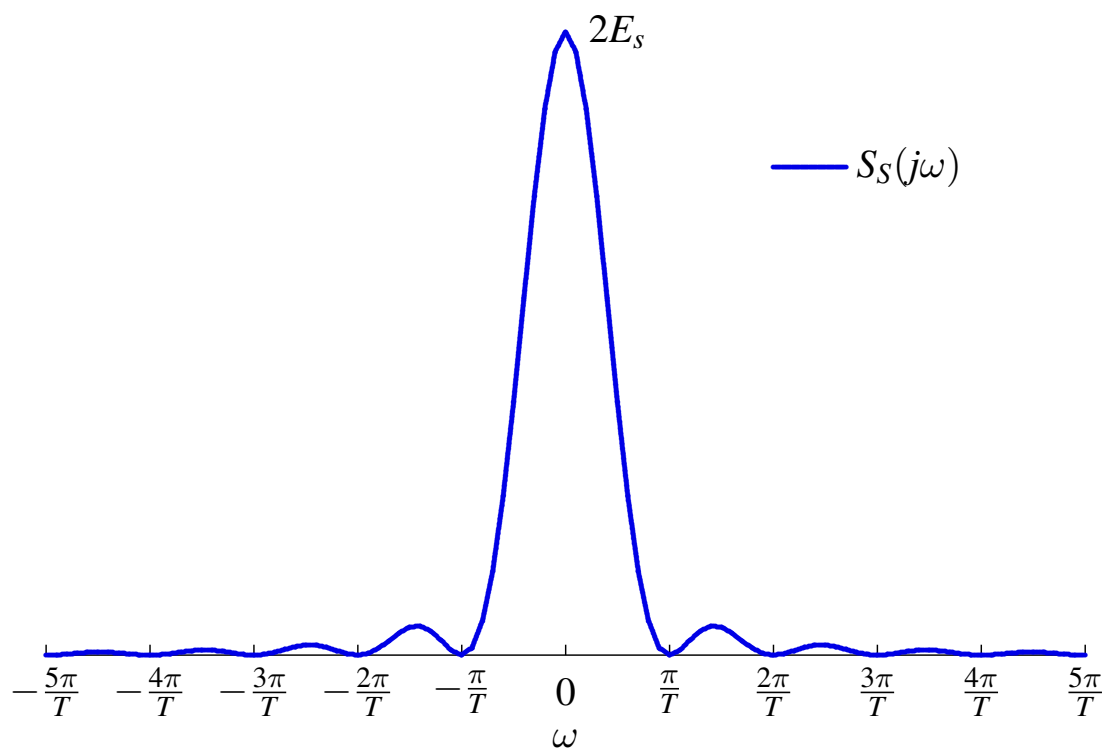
Sustituyendo la expresión obtenida para $S_B(e^{j\omega})$, evaluada en ωT , se tiene la expresión de la densidad espectral para esta señal

$$S_s(j\omega) = \frac{2}{T} [1 + \cos(\omega T)] \cdot |G(j\omega)|^2$$

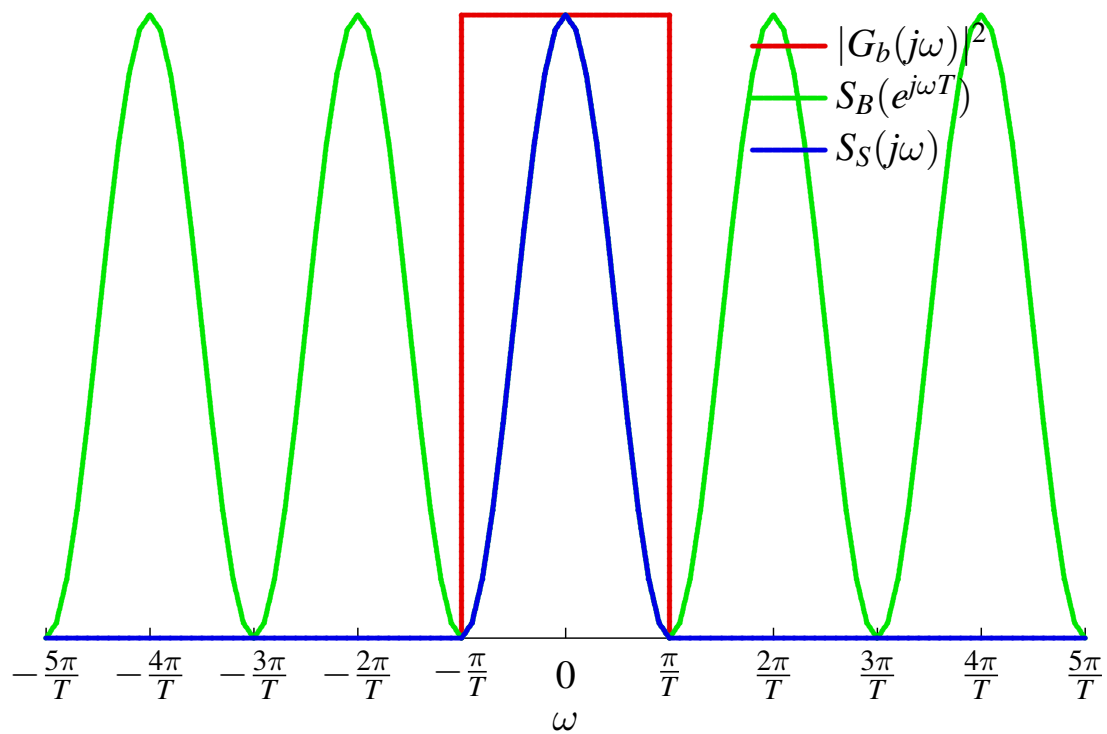
Densidad espectral de potencia con $g_a(t)$



Densidad espectral de potencia con $g_a(t)$



Densidad espectral de potencia con $g_b(t)$



Densidad espectral de potencia con $g_b(t)$

