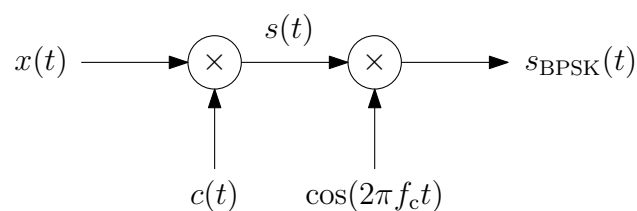


1. Escreva um programa que implementa o sistema DSSS mostrado abaixo.



Especificações:

- Número de bits transmitidos: $N_b = 800$.
- Código: pseudo-aleatório de período $L = 200$.
- Número de chips por bit de informação $N = 10$.
- Modulação BPSK com $f_c = 40$ kHz.
- Taxa de bits: $R_b = 1$ kbit/s.
- Número de amostras por chip: 100.

Figura de saída 1:

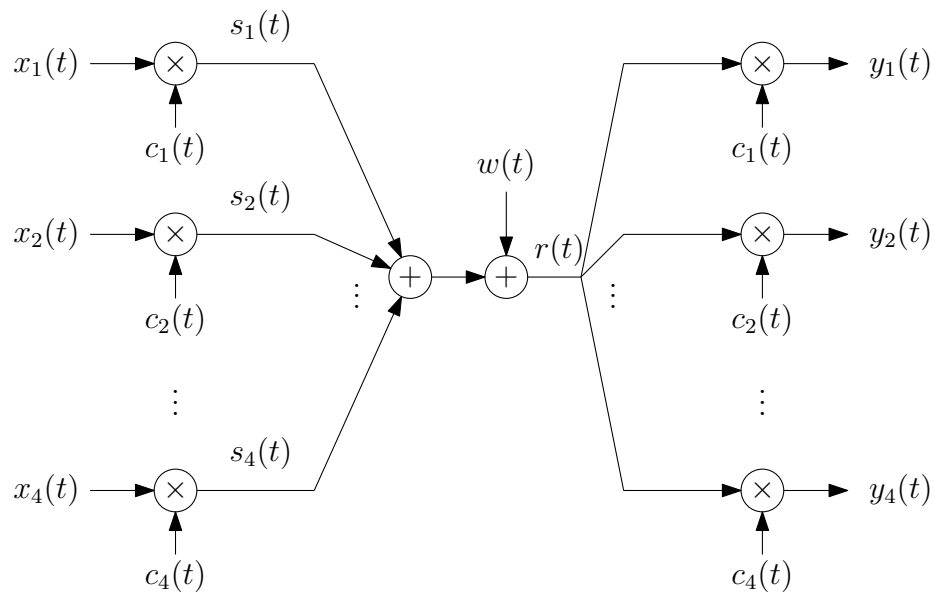
- Formas de onda $x(t)$, $c(t)$, $s(t)$ e $s_{\text{BPSK}}(t)$.
- Considerar apenas os 4 primeiros bits de informação.

Figura de saída 2:

- Espectros $|X(f)|$, $|C(f)|$, $|S(f)|$ e $|S_{\text{BPSK}}(f)|$.
- Centrar cada espectro nas partes relevantes.

Sugestão para os plots: utilize `subplot(4,1,·)`.

2. Simule o sistema DS-CDMA abaixo, em banda base.



Especificações:

- Códigos: Walsh-Hadamard com $L = N = 4$. (Octave: `hadamard`.)
- Bits informação: Usuário 1: 00, Usuário 2: 10, Usuário 3: silencioso, Usuário 4: 01.
- Codificação polar, 200 kbit/s e 50 amostras por chip.
- Assuma ausência de ruído.

Figura de saída:

- $x_1(t)$ a $x_4(t)$.
- $s_1(t)$ a $s_4(t)$.
- $r(t)$.
- $y_1(t)$ a $y_4(t)$.
- Saída dos correladores (não mostrados na figura).

3. Escreva uma função que implementa um gerador de sequências binárias pseudo-aleatórias via registradores de deslocamento com realimentação linear (LFSR, do inglês *linear-feedback shift register*). Sua função deve ter como entradas:

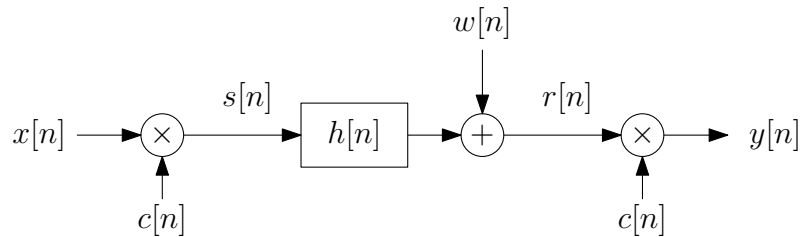
- Um vetor indicando quais são as conexões (*taps*) de realimentação.
- O estado inicial dos registradores. Deve ser um vetor binário com m elementos.

E como saída:

- A sequência binária pseudo-aleatória gerada (0s e 1s).

Para testar seu código, utilize os exemplos em [Haykin, 4Ed, Seção 7.2]. Plote a função de autocorrelação temporal de uma sequência de máximo comprimento (MLS, do inglês *maximum-length sequence*) de memória $m = 5$. Em seguida, repita para uma sequência pseudo-aleatória gerada por `randi([0 1], 1, 31)`.

4. Utilizando a função escrita na Questão 3, simule, em tempo discreto e em banda base, o sistema abaixo. Assuma sinalização polar.



Especificações:

- Código: MLS com $m = 7$.
- Número de chips por bit de informação N igual ao período do código.
- Número de bits transmitidos: $N_b = 100\,000$.
- Canal de comunicação dado por $h[n] = [2 \ -0,5 \ 0,5]$.
- E_b/N_0 no RX variando de 0 a 10 dB, com passo de 1 dB.

Figura de saída:

- P_b vs E_b/N_0 obtido via simulação com as especificações acima.
- P_b vs E_b/N_0 teórico para o caso sem ISI, isto é, $P_b = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right)$.