

Um transmissor BPSK envia informação através de um canal de transmissão dispersivo a uma taxa de 10×10^6 [símbolos/s]. O receptor BPSK utiliza um equalizador fracionário LMS com um filtro transversal de 4 coeficientes, amostrando o sinal recebido do canal a uma taxa de 20×10^6 [símbolos/s]. O passo de adaptação do equalizador é $\eta = 0.4$ e o vetor \underline{W} de coeficientes do filtro é inicializado da forma $\underline{W}(n=0) = \underline{0}$. O sincronismo entre transmissor e receptor é tal que amostras de índice par recebidas do canal correspondem a instantes de tempo em que o transmissor gera símbolos. Durante a fase de treino do equalizador o transmissor transmite a seguinte seqüência de treino em banda-base, gravada em ROM no receptor:

$$d(n) = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & \dots & & \end{bmatrix}$$

A seqüência $u(n)$, $n = 0, 1, \dots$, recebida do canal na entrada do receptor durante a fase de treino do equalizador é:

$$u(n) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -0.4451 & 0.7461 & 0.4451 & -0.7461 & -0.4451 & -1.2539 & -0.7079 \\ 0.7461 & 0.4451 & 1.2539 & 0.7079 & 1.2539 & 0.7079 & 1.2539 & 0.7079 & 1.2539 & 1.2539 \\ 0.7079 & -0.7461 & -0.4451 & -1.2539 & -0.7079 & 0.7461 & 0.4451 & 1.2539 & 0.7079 & 0.7079 \\ 1.2539 & 0.7079 & 1.2539 & 0.7079 & 1.2539 & 0.7079 & -0.7461 & -0.4451 & 0.7461 & 0.7461 \\ 0.4451 & -0.7461 & -0.4451 & 0.7461 & 0.4451 & -0.7461 & -0.4451 & 0.7461 & 0.4451 & 0.4451 \\ 1.2539 & 0.7079 & -0.7461 & -0.4451 & \dots & & & & & \end{bmatrix}$$

- a) Determine o conjunto de regressores do canal resultante de $u(n)$ para $n = 0, 1 \dots 11$.
- b) Determine o erro quadrático normalizado $eqn(n) = \left(\frac{d(n) - y(n)}{d(n)} \right)^2$ para $n = 11$ sendo $y(n)$ a saída do equalizador.
- c) Determine o vetor $\underline{W}(n+1)$ para $n = 11$.

Respostas:

a)

0.7461	-0.4451	0	0
-0.7461	0.4451	0.7461	-0.4451
-1.2539	-0.4451	-0.7461	0.4451
0.7461	-0.7079	-1.2539	-0.4451
1.2539	0.4451	0.7461	-0.7079
1.2539	0.7079	1.2539	0.4451
1.2539	0.7079	1.2539	0.7079
1.2539	0.7079	1.2539	0.7079
-0.7461	0.7079	1.2539	0.7079
-1.2539	-0.4451	-0.7461	0.7079
0.7461	-0.7079	-1.2539	-0.4451
1.2539	0.4451	0.7461	-0.7079

b)

Para $n = 11$ temos:

$$\text{eqn}(n) = \left(\frac{e(n)}{d(n)} \right)^2 = 0.000369676$$

c)

Para $n = 11$ temos:

$$\underline{W}(n+1) = \underline{W}(n) + \eta \times e(n) \times \underline{r}(n) = [0.947456 \quad -0.236768 \quad -0.101942 \quad 0.00571716]^T$$