2)

BPSK = $\{-1, +1\}$

$$n = \begin{bmatrix} -0{,}2 + j0{,}1 \\ 0{,}1 + 0{,}2j \\ -0{,}1 - 0{,}1j \\ 0{,}2 + j0{,}2 \end{bmatrix} \qquad s = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad r = \mathbf{H} \cdot s + n$$

denota-se $A = \mathbf{H} \cdot s$

$$A = \begin{bmatrix} -0{,}4 - j0{,}2 & 0{,}6 - 0{,}3j & 1{,}2 - j0{,}4 & 0{,}9 - 1{,}1 \\ +0{,}6 + j0{,}1 & -0{,}4 + 0{,}1j & -0{,}8 + j0{,}4 & 0{,}7 + j0{,}4 \\ 1{,}1 - j0{,}9 & -0{,}1 - 0{,}7j & 0{,}8 - j1{,}2 & -0{,}6 + j0{,}3 \\ 0{,}6 - j1 & 0{,}2 + 0{,}7j & 1{,}4 - j0{,}1 & 0{,}5 - j0{,}1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} +1 \\ -1 \\ -1 \\ +1 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} -1{,}3 - 0{,}6i \\ 2{,}5 \\ -0{,}2 + 1{,}3i \\ 0{,}5 - 1{,}4i \end{bmatrix}$$

$$r = A + n$$

$$= \begin{bmatrix} -1{,}3 - 0{,}6i \\ 2{,}5 \\ -0{,}2 + 1{,}3i \\ -0{,}5 - 1{,}4i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0{,}2 + 0{,}1 \\ 0{,}1 + 0{,}2j \\ -0{,}1 - 0{,}1j \\ 0{,}2 + j0{,}1 \end{bmatrix}$$

$$r = \begin{bmatrix} -1{,}5 - 0{,}6j \\ 2{,}6 + 0{,}2j \\ -0{,}3 + 1{,}3j \\ -0{,}3 - 1{,}3j \end{bmatrix}$$

Detector ZF

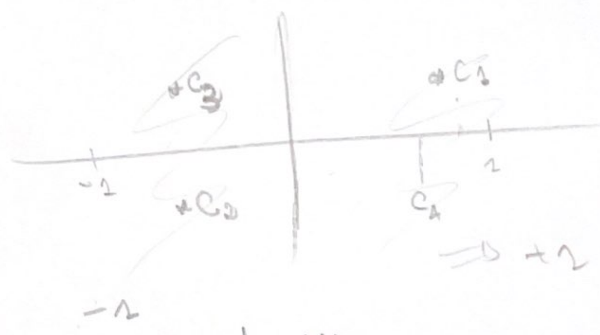
$$\hat{c} = H^{-1} y \Rightarrow \det(H^{-1}) = 1{,}8254 + 1{,}34 \ldots$$ portanto existe a matriz inversa, e pode ser calculada pelo modo normal sem precisar de pseudo-inversa

$$H^{-1} y = \begin{bmatrix} -0{,}349 - 0{,}123i & 0{,}81 - 0{,}15i & 0{,}18 + 0{,}32i & 0{,}13 - 0{,}42i \\ -0{,}5 + 0{,}8i & 0{,}44 - 0{,}02i & 0{,}33 + 1{,}04i & -0{,}6 - 0{,}59 \\ 0{,}3 - 0{,}12i & -0{,}07 + 0{,}46i & -0{,}12 - 0{,}29 & 0{,}43 - 0{,}77 \\ 0{,}5 + 0{,}07i & 0{,}56 + 0{,}30i & -0{,}13 - 0{,}12 & 0{,}13 - 0{,}05 \end{bmatrix} y$$

$$\begin{bmatrix} -1{,}5 - 0{,}6j \\ 2{,}6 + 0{,}2j \\ -0{,}3 + 1{,}3j \\ +0{,}3 - 1{,}3j \end{bmatrix}$$

* o procedimento de H^{-1} é exatamente o mesmo do exercício anterior (ex1)

$$\hat{c} = \begin{bmatrix} 1{,}3i + 0{,}007i \\ -0{,}74 - 0{,}69 \\ -1{,}23 - 0{,}21 \\ 0{,}9 + 23i \end{bmatrix}$$



Usando a ML

$$\tilde{c} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$