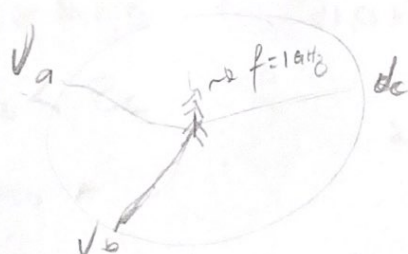


lab 5

Ex $f = 10 \text{ Hz}$ $V_a = 50 \text{ Km/h}$ $V_b = 170 \text{ Km/h}$ $V_c = 150 \text{ Km/h}$

$V_a = 13,88 \text{ m/s}$ $V_b = 47,22 \text{ m/s}$ $V_c = 41,66 \text{ m/s}$ $\text{SNR} \approx \text{ceto}$ $16\text{-QAM} - 16\text{Q}$



$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^9} = 0,3$$

$$h_a(t) = 0,98(t) + 0,758(t - 0,154) - 0,28(t - 0,3515)$$

$$h_b(t) = 0,758(t) - 0,258(t - 0,251) + 0,158(t - 0,44)$$

$$h_c(t) = 0,168(t) - 0,28(t - 0,164)$$

* frequências doppler dos 3 usuários

$$f_{da} = \frac{V_a}{\lambda} = \frac{13,88}{0,3} = 46,26 \text{ Hz}$$

$$f_{db} = \frac{V_b}{\lambda} = \frac{47,22}{0,3} = 157,4 \text{ Hz}$$

$$f_{dc} = \frac{V_c}{\lambda} = \frac{41,66}{0,3} = 138,86 \text{ Hz}$$

* Tempo de coerência dos 3 usuários

$$T_{ca} \approx \frac{1}{2f_{da}} = \frac{1}{2 \times 46,26} = 0,008 \text{ ms}$$

$$T_{cb} \approx \frac{1}{2f_{db}} = \frac{1}{2 \times 157,4} = 3,17 \text{ ms}$$

$$T_{cc} \approx \frac{1}{2f_{dc}} = \frac{1}{2 \times 138,86} = 3,6 \text{ ms}$$

$$\bar{T}_a = \frac{\sum a^2 T}{\sum a^2} = \frac{0,9^2(0) + (0,75)^2 0,15 \cdot 10^{-6} + 0,1^2 \cdot 0,35 \cdot 10^{-6}}{0,9^2 + 0,75^2 + 0,1^2}$$

$$\bar{T}_a = 6,35 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\bar{T}_b = \frac{0,75^2(0) + 0,25^2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} + 0,15^2 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}}{0,75^2 + 0,25^2 + 0,15^2}$$

$$\bar{T}_b = 3,11 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\bar{T}_c = \frac{0,6^2 \cdot 0 + 0,2^2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{0,6^2 + 0,2^2}$$

$$\bar{T}_c = 6 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\bar{T}_a^2 = \frac{\sum a^2 T^2}{\sum a^2} = \frac{0,9^2(0)^2 + 0,75^2 (0,15 \cdot 10^{-6})^2 + 0,1^2 ((0,35 \cdot 10^{-6})^2)}{0,9^2 + 0,75^2 + 0,1^2}$$

$$\bar{T}_a^2 = 1,2 \cdot 10^{-14} \text{ s}^2$$

$$\bar{T}_b^2 = \frac{0,75^2(0)^2 + 0,25^2 (0,25 \cdot 10^{-6})^2 + 0,15^2 (0,4 \cdot 10^{-6})^2}{0,75^2 + 0,25^2 + 0,1^2}$$

$$\bar{T}_b^2 = 1,15 \cdot 10^{-14} \text{ s}^2$$

$$\bar{T}_c^2 = \frac{0,6^2 \cdot 0 + 0,2^2 (0,6 \cdot 10^{-6})^2}{0,6^2 + 0,2^2}$$

$$\bar{T}_c^2 = 3,6 \cdot 10^{-14} \text{ s}^2$$

$$BW_k = \frac{1}{R G}$$

$$G = \sqrt{\bar{T}^2 \cdot (\bar{T})^2}$$

Usando uma coerência de 50%,

$R = 5$ pontos

$$BW_a = \frac{1}{50 \cdot 7,72 \cdot 10^{-8}} = 258,9 \text{ KHz}$$

$$BW_b = \frac{1}{50 \cdot 1,02 \cdot 10^{-7}} = 196,1 \text{ KHz}$$

$$G_a = \sqrt{10^{-14} - (6,35 \cdot 10^{-8})^2}$$

$$= 7,72 \cdot 10^{-8}$$

$$G_b = \sqrt{1,15 \cdot 10^{-14} - (3,11 \cdot 10^{-8})^2}$$

$$= 1,02 \cdot 10^{-7}$$

$$G_c = \sqrt{3,6 \cdot 10^{-14} - (6 \cdot 10^{-8})^2}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-7}$$

$$BW_c = 111,1 \text{ KHz}$$

$$BW_s = \frac{R_b}{\log_2(M)} \quad H=16 \quad BW_s = \frac{R_b}{\log_2 16} = \frac{R_b}{4}$$

Para um desvanecimento lento e plano

$$BW_s > 2f_D$$

$$BW_s < B_c$$

⇒ Para o usuário A

$$\begin{cases} \frac{R_{ba}}{4} > \frac{1}{T_{ca}} \Rightarrow \frac{R_b}{4} > \frac{1}{10,8 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow R_b > \frac{4}{10,8 \cdot 10^{-3}} = 370,37 \text{ kbps} \\ \frac{R_b}{4} < 2,58 \text{ KHz} \Rightarrow R_b < 10,35 \text{ Mbps} \end{cases}$$

$$370,37 \text{ kbps} < R_b < 10,35 \text{ Mbps}$$

Para usuário B

$$\begin{cases} \frac{R_{bb}}{4} > \frac{1}{T_{cb}} \Rightarrow R_b > \frac{4}{31,7 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow R_b > 1261 \text{ bps} \\ R_{bb} < 4 \cdot 192011 \Rightarrow R_b < 768,4 \text{ Kbps} \end{cases}$$

$$1261 \text{ bps} < R_b < 768,4 \text{ Kbps}$$

Para o usuário C

$$\begin{cases} R_{bc} > \frac{4}{3,6 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow R_b > 1111,11 \text{ bps} \\ R_{bc} < 4 \cdot 1111,11 \Rightarrow R_b < 444,44 \text{ Kbps} \end{cases}$$

$$1111,11 \text{ bps} < R_b < 444,44 \text{ Kbps}$$

$$R_{b \min} = 1261 \text{ bps}$$

$$R_{b \max} = 444,44 \text{ Kbps}$$

$$R_{b \min} = \max \{ R_{ba}, R_{bb}, R_{bc} \}$$

$$R_{b \max} = \min \{ R_{ba}, R_{bb}, R_{bc} \}$$

⇒ para que os usuários experimentem um desvanecimento plano e lento