



①

- a. Efeito Doppler
- b. Efeito Multipercurso
- c. Desvanecimento
- d. Filtragem

②

- a. Efeito multipercurso, pois o sinal recebido ( $r_x(t)$ ) é a superposição de cópias do sinal transmitido ( $s_x(t)$ ) com variações de intensidade ( $a_j$ ) e de fase ( $\theta_j$ )
- b. Os mecanismos que produzem o efeito são as reflexões, difrações e espalhamento.
- c. Atrasos idênticos produzem erros em rajada - nesse caso, configura-se desvanecimento de faixa estreita
- d. Atrasos com diferentes fases produzem interferência entre símbolos - configura-se desvanecimento de faixa larga.

③

$$\begin{cases} 3 \text{ dB} = 10 \log G \Rightarrow \underline{G_{tx} \approx 2} & (i) \\ 0 \text{ dB} = 10 \log G \Rightarrow \underline{G_{tx} = 1} & (ii) \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{c}{f_0} \Rightarrow \underline{\lambda = 2 \text{ m}} \quad (iii)$$

CONT.

De (i), (ii), (iii),

$$(a) \quad P_{rx} = \frac{15 \cdot 2 \cdot 1}{4 \pi^2 d^2} \approx \frac{3}{d^2}, \text{ logo}$$

$$P_{rx}(100 \text{ m}) = 0,3 \text{ mW}$$

$$P_{rx}(200 \text{ m}) = 0,075 \text{ mW}$$

$$(b) \quad \text{Em } 50 \text{ MHz, } A = 6 \text{ m} \Rightarrow P_{rx} = \frac{4,6}{d^2}$$

De onde se conclui que haveria um aumento  $1,5 \times$  de potência  $r_x$ .

$$(c) \quad \text{Considerando a expressão do desvanecimento lento, } P = A \cdot d^{-2} = \frac{3}{d^2} \Rightarrow A = 3$$

(d) O ambiente típico é no interior de salas e escritórios. Portanto, a expressão da potência é

$$P_{rx} = 3 \cdot d^{-3} \Rightarrow P_{rx}(30 \text{ m}) = 0,1 \text{ mW}$$

(4) Aplicando o modelo de 2 raios para representar o comportamento multipercurso

$$P_{rx} = P_0 \cdot (h_1 \cdot h_2 / d^2)^2, \text{ logo}$$

CONT.

$$P_{rx} = (15.2) \cdot 1 \cdot \left( \frac{15.1}{d} \right)^2 = 0,0675 \text{ mW}$$

⑤ Aplicando o modelo de 2 raios com seletividade de frequência

$$r(t) = \alpha(t) \cdot s(t) + \beta(t) \cdot s(t - \tau) + n(t)$$

O modelo considera as funções de atenuação  $\alpha$  e  $\beta = 0.75$  (pelo enunciado) e atraso do raio refletido  $\tau = \pi/3$ , logo

$$r(t) = 0.75 \times \frac{8}{\pi^2} \left[ \sin t + \frac{\sin(3t)}{9} \right] + 0.75 \times \frac{8}{\pi^2} \left[ \sin(t - \pi/3) + \frac{\sin(3t - \pi/3)}{9} \right]$$

O modelo permite estimar a função de transferência do canal pela expressão:

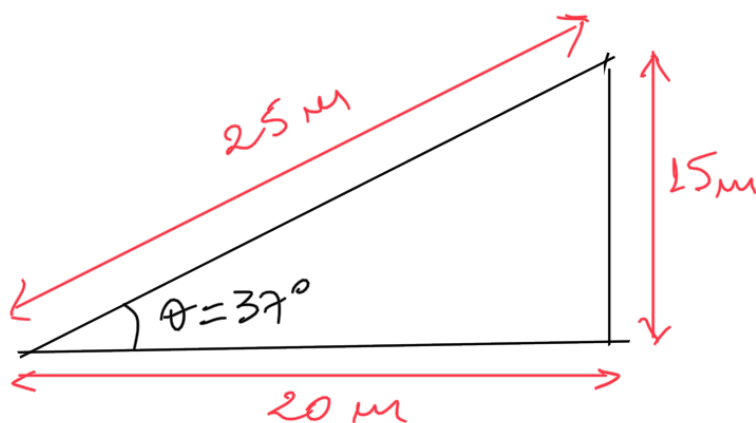
$$|H(\omega)|^2 = \alpha^2 + \beta^2 + 2 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \cos \omega \tau$$

para funções de atenuação constantes, logo

$$|H(\omega)|^2 = 2 \cdot (0.75)^2 + 2 \cdot (0.75)^2 \cos(\omega \pi/3) \\ = 2(0.75)^2 [1 + \cos(\omega \pi/3)]$$

CONT.

6



$$\cos \theta = 0.8, \quad v = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 16,7 \text{ m/s},$$

$$\lambda = \frac{c}{f_c} = 0,3 \text{ cm} \quad \text{como} \quad \boxed{f_D = \frac{v}{\lambda} \cdot \cos \theta}$$

$$f_D = \frac{16,7 \text{ m/s}}{0,3 \text{ cm}} \cdot 0,8 = 4,45 \text{ kHz}$$

Da seja, a frequência percebida pelo receptor será  $f = 100 \text{ MHz} + 4,45 \text{ kHz}$

$\rightarrow f_c \qquad \qquad \rightarrow f_D$

Trata-se do efeito Doppler. A diferença de frequências dificulta a recepção do sinal no receptor.