

Ruído em Sistemas AM e FM

Princípios de Comunicação para Engenharia

Prof. Daniel C. Araújo

Universidade de Brasília

February 6, 2023

Exercício 1

Questão

O sinal recebido $r(t) = s(t) + n(t)$ em um sistema de Comunicação passa por um filtro passa-baixa de largura de banda W e ganho unitário. A componente $s(t)$ possui densidade espectral de potência

$$S_s(f) = \frac{P_0}{1 + \left(\frac{f}{B}\right)^2},$$

em que B é a banda de 3 dB. A componente de ruído possui densidade espectral de potência $\frac{N_0}{2} \forall f \in \mathbb{R}$. Determine e faça o gráfico da SNR como uma função de W/B . Qual a largura de banda W que resultará na máxima SNR.

Solução

O espectro do sinal na saída do filtro é $S_o(f) = S_s(f) |\Pi(\frac{f}{2W})|^2$.

Portanto, a potência do sinal é

Se $W/B > 0$, a solução é:

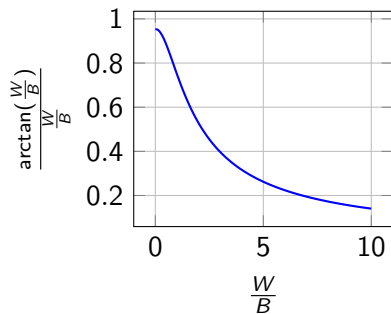
$$\begin{aligned}\int_{-W}^W \frac{P_0}{1 + (\frac{f}{B})^2} df &= P_0 B \left[\arctan \left(\frac{f}{B} \right) \right]_{-W}^W \\ &= P_0 B \left(\arctan \left(\frac{W}{B} \right) - \arctan \left(-\frac{W}{B} \right) \right) \\ &= P_0 B \cdot 2 \arctan \left(\frac{W}{B} \right)\end{aligned}$$

A potência do ruído na saída do filtro é

$$P_{n,o} = \int_{-W}^W \frac{N_0}{2} df = N_0 W$$

Solução

$$\begin{aligned}\text{SNR} &= \frac{P_0 B \cdot 2 \arctan\left(\frac{W}{B}\right)}{N_0 W} \\ &= \frac{2P_0}{N_0} \frac{\arctan\left(\frac{W}{B}\right)}{\frac{W}{B}}\end{aligned}$$



Questão 2

Questão

Em um sistema de comunicação de radiodifusão, a potência do transmissor é de 40 kW, a atenuação do canal é de 80 dB e a potência de ruído é de 4×10^{-10} W/Hz.

- ▶ Encontre o SNR pré-deteccção (SNR em $r(t) = \alpha u(t) + n(t)$).
- ▶ Encontre o SNR de saída se a modulação for DSB.
- ▶ Encontre o SNR de saída se a modulação for SSB.
- ▶ Encontre o SNR de saída se a modulação for AM convencional com um índice de modulação de 0,85 e possuir uma potência normalizada de mensagem de 0,2.

Solução

- Como a atenuação do canal é de 80 dB, então:

$$\begin{aligned}P_R &= 10^{-8} \cdot P_T \\&= 10^{-8} \cdot 40 \cdot 10^3 \\&= 4 \cdot 10^{-4} \text{ Watts}\end{aligned}$$

Se o filtro limitador de ruído tem largura de banda B , então a potência de ruído pré-deteccção é

$$\begin{aligned}P_n &= N_0 B \\&= 2 \times 10^{-10} B \text{ Watts.}\end{aligned}$$

Portanto :

$$SNR_{DSB,AM} = \frac{P_R}{P_n} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-10} \cdot 2 \cdot 10^4} = 100$$

Solução

$$SNR_{SSB,AM} = \frac{P_R}{P_n} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-10} \cdot 10^4} = 200$$

- ▶ $SNR_{DSB,o} = 2SNR_{DSB,i} = 200$
- ▶ $SNR_{SSB,o} = SNR_{SSB,i} = 200$
- ▶ Sendo $\alpha = 0.8$ e $P_{M_n} = 0.2$

$$SNR_{AM,o} = \frac{\alpha^2 P_{M_n}}{1 + \alpha^2 P_{M_n}} SNR_{AM,i} = 0.1135 \cdot 2 \cdot 10^2 \quad (1)$$