EE-881 - Princípios de Comunicações I
Prova 2

Celso de Almeida

1. Ruído branco com densidade espectral de potência bilateral $N_0/2$ é colocado na entrada de um sistema linear LIT com resposta ao impulso dada por $h(t) = \frac{1}{T}\text{ret}_T(t)$. Determine na saída do filtro, a densidade espectral de potência $G_Y(f)$, a função de autocorrelação $R_Y(\tau)$ e a potência do ruído na saída do sistema linear $\mathcal{P}_Y$.

2. Deseja-se digitalizar um sinal passa-faixa que ocupa a banda de 15 a 21 MHz e para isso vamos utilizar um amostrador ideal. Qual a menor frequência de amostragem que poderia ser utilizada, sem haver distorção na recuperação do sinal usando um filtro ideal? Esboce o espectro do sinal amostrado na faixa de $0 \leq |f| \leq 40$ MHz. Se o filtro de recuperação do sinal não for ideal, qual seria a frequência de amostragem mais adequada para que se tenha a maior banda de transição possível em ambos os lados do filtro? Justifique.

3. Um sinal analógico de voz com banda de $W = 4$ kHz deve ser codificado usando PCM. Amostre este sinal utilizando a menor taxa de amostragem possível. Passe a seguir por um quantizador uniforme e por um codificador binário. Visto que este sistema deverá operar com uma relação sinal-ruído de $S/N = 30$ dB, determine o menor número de bits por amostra para que o ruído de quantização não seja um fator limitador. Determine para este caso, a taxa de bits e o número de níveis de quantização. De acordo com o critério de Nyquist, determine a banda mínima deste sinal digital.

4. Considere o sinal PAM com formato de pulso NRZ, $q(t) = \text{sinc}(t/T_b)$, bipolar com amplitudes $\pm A$, equiprováveis e independentes. Obtenha a potência no domínio do tempo. Obtenha a densidade espectral de potência e a seguir obtenha a potência no domínio da frequência.

Glossário Matemático:

$$
\begin{aligned}
\operatorname{sinc}(x) &= \frac{\sin(\pi x)}{\pi x} \\
\int_{-\infty}^{\infty} \operatorname{sinc}(x)dx &= 1 \\
\int_{-\infty}^{\infty} \operatorname{sinc}^2(x)dx &= 1 \\
\mathcal{F}[A\mathrm{ret}_\tau(t)] &= A\tau\operatorname{sinc}(\tau f) \\
\mathcal{F}[A\mathrm{tri}_{2\tau}(t)] &= A\tau\operatorname{sinc}^2(\tau f) \\
H(f) &= \mathcal{F}[h(t)] \\
Y(f) &= X(f)H(f) \\
\overline{X} &= \sum_{i=1}^{N} x_i P(x_i) \\
\overline{X^2} &= \sum_{i=1}^{N} x_i^2 P(x_i) \\
\sigma_X^2 &= \overline{X^2} - \overline{X}^2 \\
R_X(\tau) &= \overline{x(t)x(t-\tau)} \\
G_X(f) &= \mathcal{F}[R_X(\tau)] \\
G_Y(f) &= G_X(f)|H(f)|^2 \\
\mathcal{P}_X &= \int_{-\infty}^{\infty} G_X(f)df \\
\mathcal{P}_X &= R_X(0) \\
X_s(f) &= \sum_{n=-\infty}^{\infty} X(f - nf_s) \\
f_s &= \frac{2}{k} f_{max} \\
\frac{f_{max}}{W} - 1 < k &\leq \frac{f_{max}}{W} \\
q &= M^\nu \\
R_b &= f_s \nu \\
\left(\frac{S}{N}\right)_Q &= 3q^2 \\
R_s &\leq 2B \\
\mathcal{P}_X &= \frac{\overline{a^2}}{T_s} \int_{-\infty}^{\infty} q^2(t)dt \\
G_X(f) &= \frac{1}{T_s}|Q(f)|^2 \sum_{n=-\infty}^{\infty} R_A(n)e^{-j2\pi n f T_s} \\
G_X(f) &= \sigma_a^2 R_s |Q(f)|^2 + \mu_a^2 R_s^2 \sum_{n=-\infty}^{\infty} |Q(nR_s)|^2 \delta(f - nR_s)
\end{aligned}
$$

Observações:

- A prova é individual.
- Não é permitida a consulta a qualquer material.
- Realce as respostas de cada questão fazendo um retângulo com caneta à sua volta.
- Apenas calculadoras que realizam as 4 operações básicas serão permitidas.
- A duração da prova é de 2 h.
- Todas as questões têm pesos iguais.