

# Teoria das Comunicações

## Lista de Exercícios 1.4 Prof. André Noll Barreto

### Exercício 1

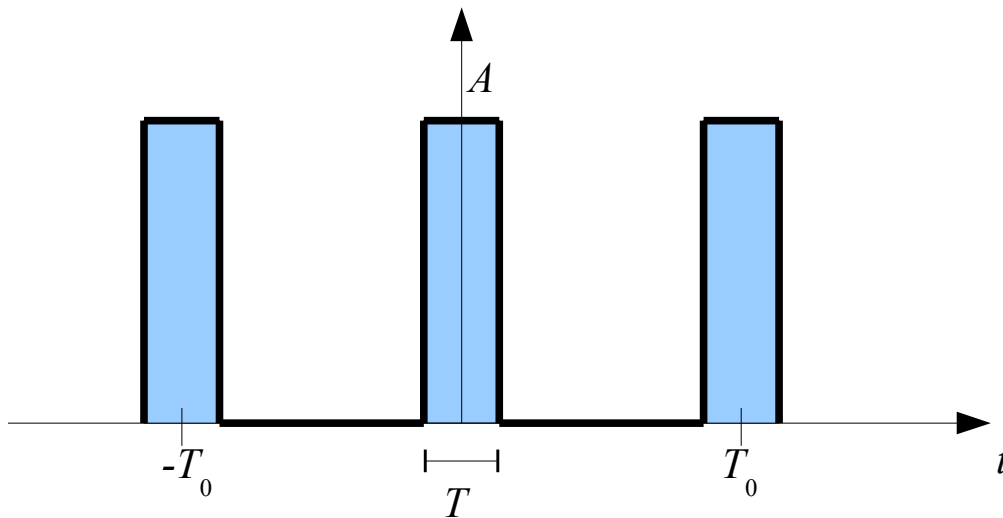
Um sinal muito utilizado em sistemas de comunicações é o pulso de cosseno levantado

$$g(t) = \begin{cases} 1 + \cos(2\pi t) & , |t| \leq 0.5 \\ 0 & , |t| > 0.5 \end{cases}$$

Dado um trem periódico de pulsos cosseno levantados, com período  $T = 2$ , obtenha os três primeiros termos da série de Fourier trigonométrica compacta.

### Exercício 2

Obtenha a transformada de Fourier do sinal  $g(t)$  abaixo, sem calcular a integral de Fourier. Esboce o espectro de amplitude deste sinal para  $T \ll T_0$ .



### Exercício 3

a) Qual a transformada de Fourier de um pulso meio cosseno

$$g(t) = \begin{cases} \cos(\pi t/T) & , |t| \leq T/2 \\ 0 & , |t| > T/2 \end{cases}$$

b) Com o resultado de (a), acha a transformada de Fourier do pulso de meio seno

$$g(t) = \begin{cases} \text{sen}(\pi t/T) & , 0 \leq t \leq T \\ 0 & , t < 0 \text{ ou } t > T \end{cases}$$

c) Qual o espectro do pulso de seno inteiro

$$g(t) = \begin{cases} \sin(\pi t/T) & , |t| \leq T \\ 0 & , |t| > T \end{cases} ?$$

# Teoria das Comunicações

## Exercício 4

Ache a transformada de Fourier inversa do sinal cujo espectro de frequência é dado por:

$$G(f) = \begin{cases} e^{-j\pi/2} & , 0 \leq f \leq B \\ e^{j\pi/2} & , -B \leq f < 0 \\ 0 & , |f| > B \end{cases}$$

## Exercício 5

Dado o sinal

$$g_1(t) = e^{-\alpha t} u(t), \quad \alpha > 0$$

a) ache a função  $g_2(t) = g_1(t) * g_1(t)$ , onde \* é a convolução

b) ache a transformada de Fourier de  $g_2(t)$

## Exercício 6

Determine e esboce as funções de autocorrelação dos seguintes pulsos exponenciais:

$$g_1(t) = e^{-\alpha t} u(t)$$

$$g_2(t) = e^{-\alpha|t|}$$

$$g_3(t) = e^{-\alpha t} u(t) - e^{\alpha t} u(-t)$$

## Exercício 7

Ache a função de autocorrelação do pulso Gaussiano

$$g(t) = \frac{1}{T_0} e^{-\pi t^2 / T_0^2}$$

## Exercício 8

Dado o sinal  $g(t) = A \operatorname{rect}\left(\frac{t+T/2}{T}\right) - A \operatorname{rect}\left(\frac{t-T/2}{T}\right)$ .

a) Esboce o sinal

b) Calcule sua densidade espectral de energia por meio de sua transformada de Fourier.

c) Calcule sua densidade espectral de energia por meio de sua função de autocorrelação.

# Teoria das Comunicações

## Exercício 9

Dados os pulsos retangulares

$$g_1(t) = A \operatorname{rect}\left(\frac{t}{T}\right)$$

$$g_2(t) = A \operatorname{rect}\left(\frac{t}{4T}\right)$$

Encontre as funções de correlação cruzada  $R_{12}(\tau)$  e  $R_{21}(\tau)$

## Exercício 10

Dado um processo aleatório  $x(t) = k$ , onde  $k$  é uma variável aleatória uniformemente distribuída no intervalo  $(-1, 1)$ .

- Esboce o conjunto de funções amostra deste processo.
- Determine a média  $\overline{x(t)}$
- Determine a autocorrelação  $R_x(t_1, t_2)$
- Este processo é estacionário no sentido amplo?
- Este processo é ergódico?
- Se o processo for estacionário no sentido amplo, qual sua potência  $P_x$ ?

## Exercício 11

Se  $x(t)$  e  $y(t)$  forem dois processos aleatórios ortogonais, e dois novos processos  $u(t)$  e  $v(t)$  forem formados da seguinte forma:

$$u(t) = x(t) + y(t)$$

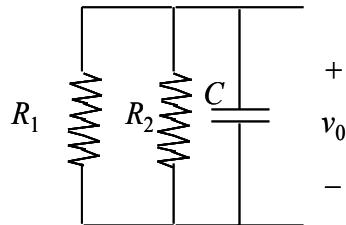
$$v(t) = 2x(t) + 3y(t)$$

ache  $R_u(\tau)$ ,  $R_v(\tau)$  e  $R_{uv}(\tau)$  em função de  $R_x(\tau)$  e  $R_y(\tau)$

# Teoria das Comunicações

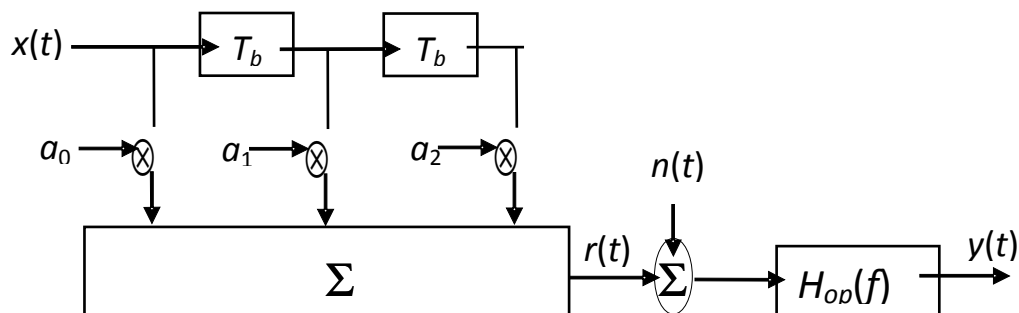
## Exercício 12

O circuito abaixo tem dois resistores em paralelo. Calcule o valor rms da tensão no capacitor  $v_0$  devida ao ruído térmico.



## Exercício 13

Um sinal aleatório  $x(t)$  é transmitido em um canal com múltiplos percursos, representado pela figura abaixo.



Dado que  $x(t)$  é um processo aleatório estacionário no sentido amplo, cuja função de autocorrelação é

$$R_x(\tau) = \begin{cases} 1 - \frac{|\tau|}{T_b} & , |\tau| \leq T_b \\ 0 & , |\tau| > T_b \end{cases}$$

- qual a densidade espectral de potência do sinal recebido  $r(t)$ ?
- se  $a_0 = 1/2$ ,  $a_1 = 1/4$  e  $a_2 = -1/2$ , qual a função de autocorrelação de  $r(t)$ ?
- na recepção temos um ruído branco  $n(t)$  com densidade espectral de potência  $N_0$ . Qual o filtro de recepção ideal  $H_{op}(f)$ , para os coeficientes do item b?