

**Questão 1** (25 pontos)

A Modulação em Frequências (FM) é uma técnica largamente utilizada para a transmissão de sinais. Teoricamente, a modulação consiste na variação da frequência da portadora ( $f_c$ ) de acordo com a variação em amplitude do sinal  $x(t)$  a ser transmitido, sendo esse comportamento regido pela equação abaixo, onde  $A_c$  é a amplitude da portadora e  $y(t)$  é o sinal de saída efetivamente transmitido.

$$y(t) = A_c \cos((2\pi f_c + x(t))t)$$

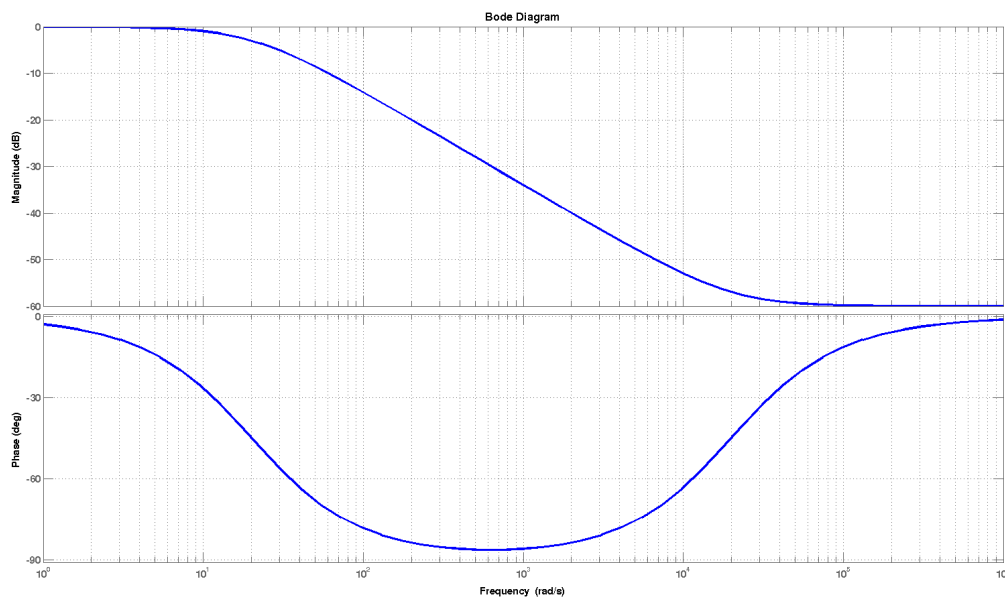
- (a) (5 pontos) Suponha  $A_c = 10$  e que a portadora opere a  $\frac{1000}{2\pi}$  Hz. Reescreva a equação do sinal efetivamente transmitido, de maneira que obtenhamos apenas um argumento por função.
- (b) (10 pontos) Prove a Transformada de Fourier de  $x_1(t) = \sin(\omega_0 t)$  e a Transformada de Fourier de  $x_2(t) = \cos(\omega_0 t)$
- (c) (10 pontos) Suponha  $x(t) = 10$ , encontre e esboce a Transformada de Fourier do sinal a ser transmitido.

**Questão 2** (25 pontos)

As frequências audíveis, normalmente, por seres humanos vão de 20 Hz a 20k Hz. Um paciente foi diagnosticado com um problema auditivo passivo de tratamento. Durante um exame de audiometria, foi levantada a resposta em frequências do sistema auditivo do paciente (expresso na figura abaixo).

- (a) (5 pontos) Tendo em visto o gráfico expresso na figura, descreva o problema do paciente?
- (b) (10 pontos) Encontre a função de transferência do sistema auditivo do paciente
- (c) (10 pontos) Encontre uma função de transferência que possa ser embarcada em um dispositivo, que será perfeitamente acoplado em série com o sistema auditivo do paciente e usada para a resposta em frequência uniforme para todas as frequências e útil para o paciente

**Questão 3** (25 pontos)



- (a) (10 pontos) Suponha que o sinal expresso pela equação abaixo se repita com período de  $2\pi$  segundos. Faça a decomposição do sinal na **Série de Fourier Trigonométrica**.

$$x(t) = \begin{cases} t & 0 \leq t < \pi \\ \pi & \pi \leq t < 2\pi \end{cases}$$

- (b) (5 pontos) Suponha que o sinal  $x(t)$  do item anterior foi aplicado a um filtro passa-baixas ideal com frequência de corte  $\omega_c = 5.5$  rad/s (o filtro passa-baixas ideal rejeita todas as frequências maiores do que a sua frequência de corte e não altera outros sinais). Qual será a equação do sinal de saída  $y(t)$ ?
- (c) (10 pontos) Encontre e esboce a transformada de Fourier  $X(j\omega)$  de  $x(t) = \text{rect}(t/\pi)$

#### Questão 4 (25 pontos)

- (a) (5 pontos) Encontre a transformada de Fourier de  $x(t) = e^{-|t|}$
- (b) (10 pontos) Utilize a propriedade da diferenciação na frequência para encontrar a transformada de Fourier de  $x(t) = te^{-|t|}$
- (c) (10 pontos) Utilize a propriedade da dualidade para encontrar a transformada de Fourier de  $x(t) = \frac{4t}{(1+t^2)^2}$

#### Questão Bonus 5 (10 pontos)

Qual nome do conjunto de condições para a convergência da Série de Fourier e cite cada uma delas