

# Exemplos

Edmar J Nascimento

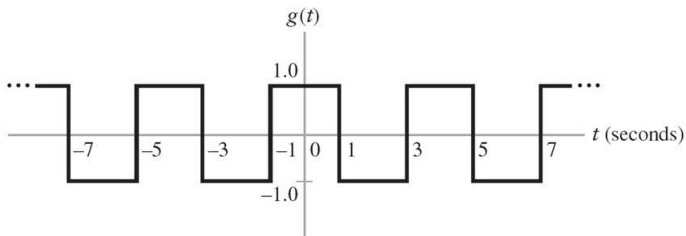
Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Colegiado de Engenharia Elétrica

*[www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento](http://www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento)*

September 19, 2020

## Exemplo - Sinal Periódico

- Calcular a energia e a potência do sinal
- Esboçar o espectro do sinal
- Estimar a largura de banda
- Verificar o teorema de Parseval



**FIGURE 2.48** Problem 2.45

## Exemplo - Sinal Periódico

$$E_g = \infty, P_g = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} |g(t)|^2 dt = 1$$

$$a_0 = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} g(t) dt = 0$$

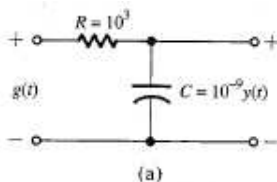
$$b_n = \frac{2}{T_0} \int_{T_0} g(t) \sin n\omega_0 t dt = 0$$

$$a_n = \frac{2}{T_0} \int_{T_0} g(t) \cos n\omega_0 t dt = \frac{4}{n\pi} \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right)$$

$$\begin{aligned} g(t) &= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{n\pi} \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \cos\left(\frac{n\pi}{2}t\right) \\ &= \frac{4}{\pi} \cos\left(\frac{\pi}{2}t\right) - \frac{4}{3\pi} \cos\left(\frac{3\pi}{2}t\right) + \frac{4}{5\pi} \cos\left(\frac{5\pi}{2}t\right) + \dots \end{aligned}$$

## Exemplo - Transmissão sem distorção

Para o circuito RC, determinar  $H(\omega)$ , esboçar  $|H(\omega)|$ ,  $\theta_h(\omega)$  e  $t_d(\omega)$ . Para que a transmissão seja sem distorção, qual o requisito da largura de banda de  $g(t)$  se a variação tolerada na resposta em amplitude é de 2% e de 5% no atraso? Qual é o atraso? Encontre  $y(t)$ .



## Exemplo - Transmissão sem distorção

$$H(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC} = \frac{a}{a + j\omega}; \quad a = \frac{1}{RC} = 10^6$$

$$|H(\omega)| = \frac{a}{\sqrt{a^2 + \omega^2}} \simeq 1; \omega \ll a$$

$$\theta_h(\omega) = -\arctan \frac{\omega}{a} \simeq -\frac{\omega}{a}; \omega \ll a$$

$$t_d(\omega) = -\frac{d\theta_h}{d\omega} = \frac{a}{\omega^2 + a^2} \simeq \frac{1}{a} = 10^{-6}; \omega \ll a$$

## Exemplo - Transmissão sem distorção

- Como  $H(0) = 1$  e  $t_d(0) = 1/a = 10^{-6}$ , a região de transmissão sem distorção é calculada como

$$|H(\omega_0)| = \frac{a}{\sqrt{a^2 + \omega_0^2}} \geq 0,98 \rightarrow \omega_0 \leq 203.000$$

$$t_d(\omega_0) = \frac{a}{\omega_0^2 + a^2} \geq \frac{0,95}{a} \rightarrow \omega_0 \leq 229.400$$

- Assim, a banda de  $g(t)$  deve ser menor que 203.000 rad/s ou 32,31 kHz
- Nesta banda,  $y(t) \approx g(t - 10^{-6})$

# Exemplo - Transmissão sem distorção

