UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
CEEI – Centro de Engenharia Elétrica e Informática
DEE – Departamento de Engenharia Elétrica
Disciplina: Princípios de Comunicações
Professor: Waslon Terllizzie Araújo Lopes

1ª Lista de Exercícios: Semestre 2012.1

1. Dado o sinal $g(t)$ ilustrado na Figura 1, esboce os gráficos dos sinais $g(t+2)$, $g(-t+2)$, $g(-t-2)$, $g(t/2)$ e $g(t)/2$.

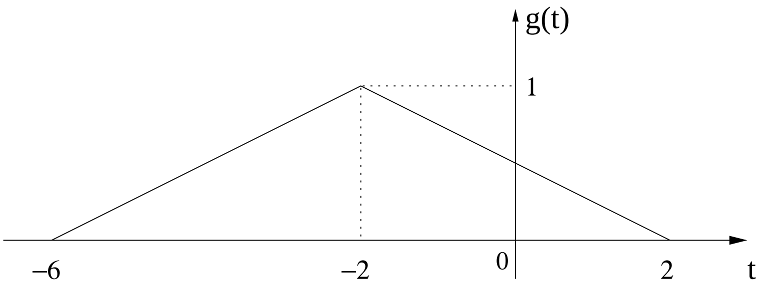

Figura 1: Sinal da Questão 1.

2. Determine a potência e o valor eficaz dos sinais abaixo:
   (a) $x(t) = C\cos(\omega_0 t + \theta)$;
   (b) $x(t) = C_1\cos(\omega_1 t + \theta_1) + C_2\cos(\omega_2 t + \theta_2)$.

3. Considere o sinal
$$x(t) = \begin{cases} 1, & 0 \le t < \pi \\ -1, & \pi \le t \le 2\pi, \end{cases}$$
que é aproximado por $\tilde{x}(t) = \frac{4}{\pi}\mathrm{sen}(t)$, no intervalo considerado.
   (a) Mostre que o erro é ortogonal à função $\tilde{x}(t)$.
   (b) Mostre que a energia de $x(t)$ é a soma da energia do sinal de erro com a do sinal $\tilde{x}(t)$.

4. Determine a constante, A tal que $f_1(t)$ e $f_2(t)$ sejam ortogonais para todo t, em que: $f_1(t) = e^{-|t|}$ e $f_2(t) = 1 - Ae^{-2|t|}$.

5. Dado o conjunto de funções $f_n(t)$, como ilustrado na Figura 2, mostre que
   (a) Este conjunto de funções forma um conjunto ortogonal no intervalo (0,1). O conjunto é ortonormal?
   (b) Represente um dado sinal $f(t) = 2t$ no intervalo (0,1), usando este conjunto de funções ortogonais.
   (c) Esboce a função $f(t)$ e sua representação no mesmo gráfico.
   (d) Determine a energia do sinal de erro após a aproximação.

6. Represente as funções da Figura 3 utilizando o degrau unitário.

7. Determine a potência e o valor eficaz dos seguintes sinais:

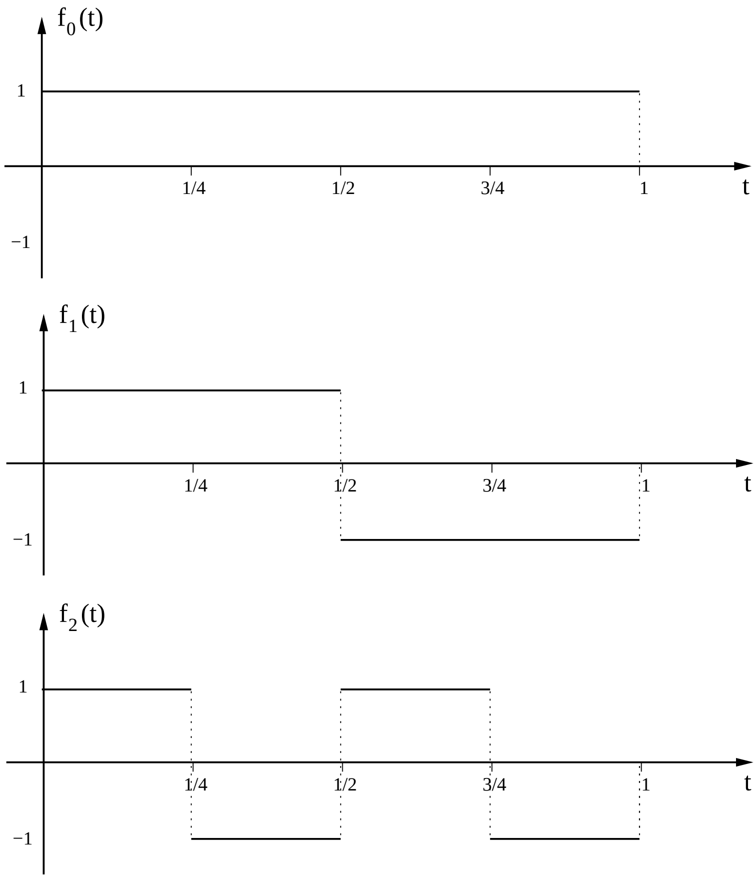

Figura 2: Conjunto de funções ortogonais.

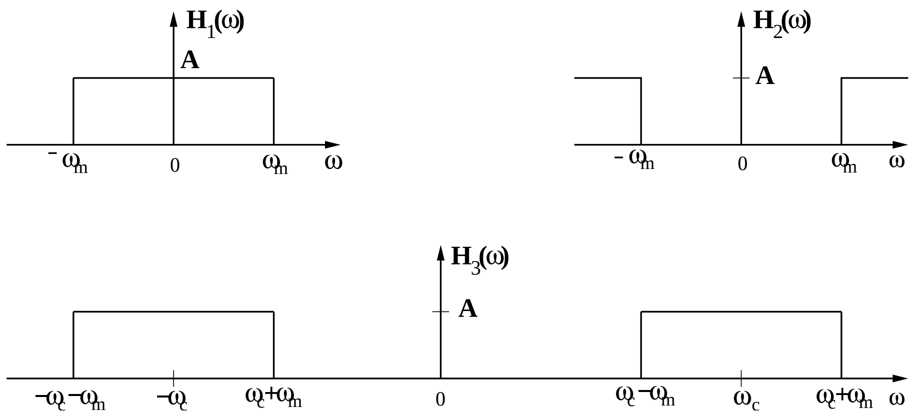

Figura 3: Funções a serem representadas pelo degrau unitário.

(a) $x(t) = C\cos(\omega_0 t + \theta)$;

(b) $x(t) = C_1\cos(\omega_1 t + \theta_1) + C_2\cos(\omega_2 t + \theta_2)$;

8. Sejam F_{2n} e $F_{2(n+1)}$, $n \in \mathbb{Z}$, dois termos de ordem par da série exponencial de Fourier do sinal senoidal retificado
$$x(t) = A|\sin(2\pi t/T_0)|.$$
Determine o valor de n tal que $\dfrac{F_{2(n+1)}}{F_{2n}} = \dfrac{1}{5}$.

9. Determine o módulo e a fase (em graus) do sétimo termo (F_7) da Série Exponencial de Fourier da função $g(t) = f(t - \pi/2)$, sendo $f(t)$ a função ilustrada na Figura 4.

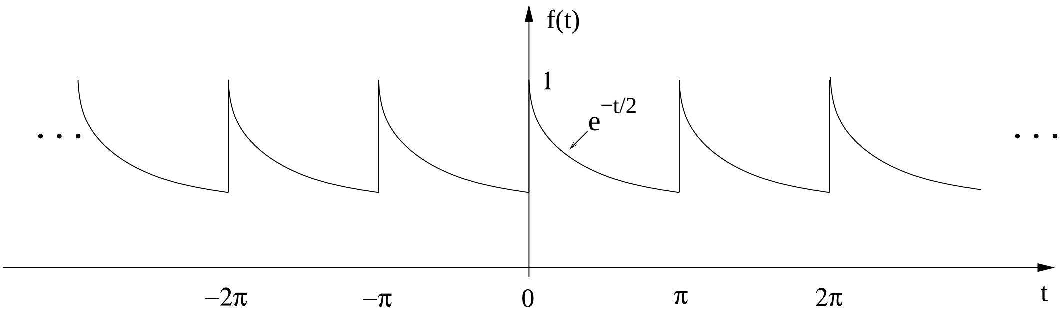

Figura 4: Sinal para determinação do sétimo termo da Série de Fourier.

10. Determine os coeficientes a_6 e a_7 da Série Trigonométrica de Fourier do sinal
$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} (-1)^n g(t - 4n),$$
em que $g(t)$ é dado por
$$g(t) = \frac{1}{2}\, t\, [u(t) - u(t-2)].$$

11. Determine os coeficientes F_6 e F_7 da série Exponencial de Fourier do sinal
$$x(t) = A|\sin(2\pi t/T_0)|.$$

12. Seja $x(t)$ um sinal periódico com período fundamental T e F_n os coeficientes de sua respectiva série exponencial de Fourier. Dertermine uma fórmula para os coeficientes da série exponencial de Fourier do sinal $y(t) = x(t - t_0) - x(t + t_0)$ em termos dos coeficientes F_n. O que acontece quando $t_0 = T/2$. Explique esse resultado.

13. Calcule os coeficientes (a_0, a_n e b_n) da série de Fourier do sinal da Figura 5.

14. Dado o sinal $x(t) = At\,[u(t) - u(t - T)]$, determine os coeficientes da série trigonométrica de fourier do sinal
$$y(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(t - nT).$$

15. Mostre que a transformada de Fourier do sinal $f(t) = e^{-at}\cos(\omega_0 t)u(t)$ é dada por
$$F(\omega) = \frac{a + j\omega}{(a + j\omega)^2 + \omega_0^2}.$$

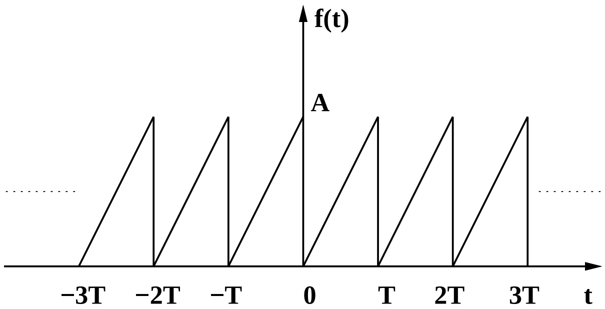

Figura 5: Sinal "dente-de-serra".

16. Considere o sinal

$$x(t) = \begin{cases} 0, & t < -\frac{1}{2} \\ t + \frac{1}{2}, & -\frac{1}{2} \leq t \leq \frac{1}{2}. \\ 1, & t > \frac{1}{2} \end{cases}$$

   (a) Use a propriedade da integração no tempo e a transformada de Fourier da função porta para encontrar uma fórmula fechada para $X(\omega)$;

   (b) Qual é a transformada de Fourier de $g(t) = x(t) - \frac{1}{2}$?

17. Considere um sistema linear invariante no tempo cuja resposta ao impulso é dada por

$$h(t) = \frac{1}{2}e^{-t}u(t) + \frac{1}{3}e^{-3t}\delta(t).$$

   Determine a resposta desse sistema à entrada $x(t) = e^{-4t}u(t)$ usando:

   (a) Convolução no domínio do tempo;

   (b) Teorema da convolução.

18. Calcule o módulo e a fase de $G(7)$, sabendo que $G(\omega)$ é a transformada de Fourier do sinal

$$g(t) = e^{-2t}\cos(2\pi t)u(t).$$

19. Usando a propriedade da integração no tempo, mostre que a transformada de Fourier do sinal $f(t)$ ilustrado na Figura 6 é $F(\omega) = 8\text{sinc}(4\omega) - 4\text{sinc}(2\omega)$, em que $\text{sinc}(x) = \frac{\sin(x)}{x}$.

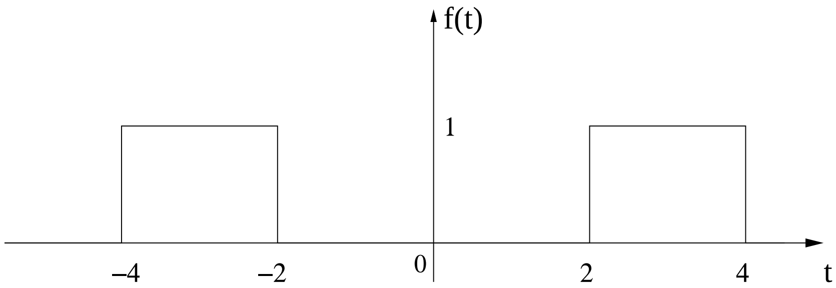

Figura 6: Sinal para determinação da transformada de Fourier.

20. Determine $g(7)$, sabendo que $g(t)$ é a transformada inversa de Fourier da função

$$G(\omega) = \begin{cases} j, & -2 \leq \omega < 0, \\ -j, & 0 \leq \omega \leq 2. \end{cases}$$

21. Determine a transformada inversa de Fourier do sinal $G(\omega)$ ilustrado na Figura 7.

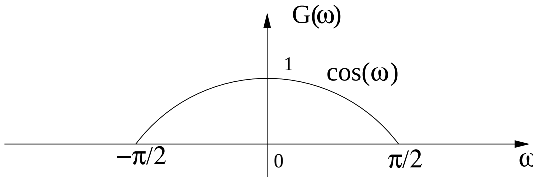

Figura 7: Sinal para determinação da transformada inversa de Fourier.

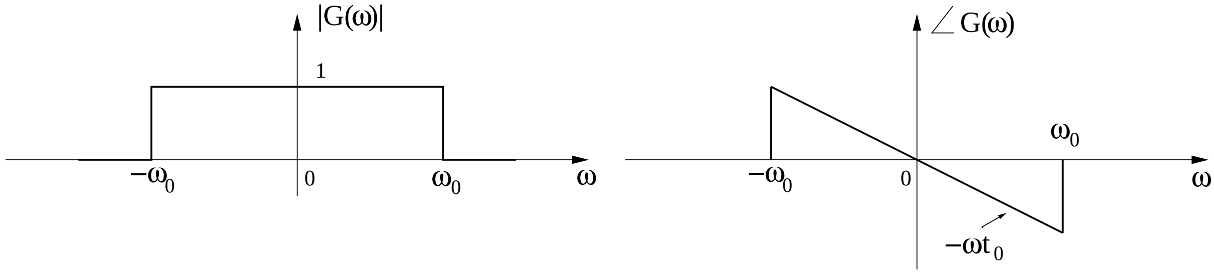

Figura 8: Sinal para determinação da transformada inversa de Fourier.

22. Os gráficos de módulo e fase do espectro $G(\omega)$ estão ilustrados na Figura 8. Determine a transformada inversa de Fourier desse sinal. Esboce o gráfico de $g(t)$.

23. Use o resultado da questão anterior para determinar a freqüência de Nyquist, em kHz, dos sinais

$$f(t) = \frac{\text{sen}(At) + \text{sen}(Bt)}{\pi t} \quad \text{e} \quad g(t) = \frac{\text{sen}(At) \cdot \text{sen}(Bt)}{\pi^2 t^2},$$

em que $A = 4\pi \times 10^3$ rad/s e $B = 8\pi \times 10^3$ rad/s.

24. Cabos elétricos de linhas de transmissão estão sujeitos a vibrar sob efeito do vento. Estas vibrações podem alcançar algumas dezenas de Hertz. Um sistema projetado para monitorar, com boa precisão, este fenômeno capta um sinal elétrico analógico, proporcional à aceleração instantânea do cabo e com as seguintes características:
- faixa de freqüência: 0 a 100 Hz
- excursão em amplitude: -10 V a +10 V
Este sinal é digitalizado com uma resolução de 50 mV e transmitido para uma central de processamento, onde é analisado.

Do ponto de vista teórico, qual é a mínima taxa de transmissão destes dados digitalizados, em bits/s?[Fonte: Enade–2005]

(a) 200 (b) 800 (c) 1400 (d) 1600 (e) 1800

25. Um concerto de um famoso pianista, com duração de 1 hora, foi digitalizado e armazenado em um site de músicas clássicas. A faixa de áudio considerada para digitalização foi de 0 a 10 kHz, utilizando como taxa de amostragem 10 vezes a freqüência de Nyquist e amplitude quantizada em 512 níveis. Para realizar transferências de dados deste site, o computador utilizado consegue manter uma taxa constante de 4 Mbits/s. Com base nas informações acima, o tempo estimado, em segundos, para a completa transferência do arquivo para esse computador é [Fonte: Enade 2008]

(a) 1.620 (b) 1.000 (c) 810 (d) 720 (e) 405