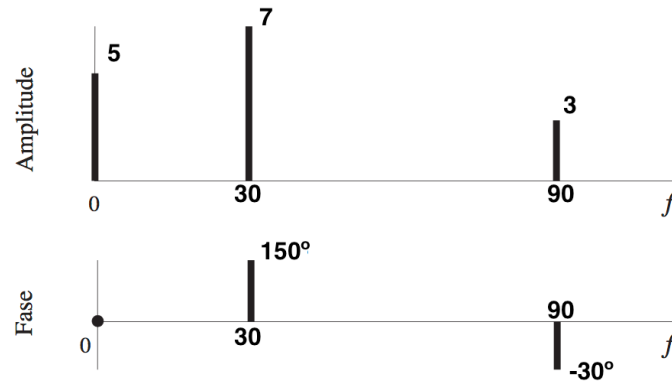




## Comunicação de Dados (2019/2020) Ficha de Exercícios (Análise de Sinais – 2 aulas)

1. Considere que o sinal  $x(t)$  tem o seguinte espectro unilateral (amplitude e fase):



- a. Explique o significado da informação contida nos dois gráficos apresentados anteriormente e, a partir deles, apresente o sinal  $x(t)$  na forma de uma soma de vários cosenos.
- b. Apresente a versão bilateral do espectro do sinal  $x(t)$ .

2. Responda ao seguinte problema:

	Considere que o sinal $x(t)$ (em volts) é apresentado da seguinte forma: $x(t) = 0.7 + 0.6 \cos(400\pi t) + 0.5 \cos(800\pi t) + 0.4 \cos(1600\pi t) + 0.3 \cos(2000\pi t) + 0.2 \cos(2800\pi t)$ . Poderemos afirmar que:
<b>A1</b>	Se trata de um sinal periódico com uma componente constante de 0.7 volts.
<b>B2</b>	Se trata de um sinal periódico com um período de 5 ms e com uma componente constante de 0.35 volts.
<b>C3</b>	Se trata de um sinal periódico com a frequência fundamental de 400 Hertz.
<b>D4</b>	Se trata de um sinal periódico com um período de 2.5 ms.

Indique se considera cada uma das afirmações anteriores verdadeira (V) ou Falsa (F):

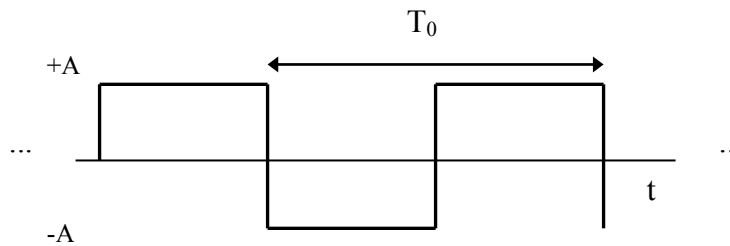
<b>A1</b>		<b>B2</b>		<b>C3</b>		<b>D4</b>	
-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--

3. Considere o mesmo sinal  $x(t)$  que foi apresentado no exercício 2.

- a. Represente a característica de amplitude do sinal  $x(t)$  através do seu espectro bilateral.
- b. Considere que se transmite o sinal  $x(t)$  num sistema de transmissão que elimina todas as frequências acima dos 250 Hz (i.e. só passam as frequências tais que  $|f| < 250$  Hz). Apresente um esboço da forma de onda que se iria obter à saída do sistema de transmissão.



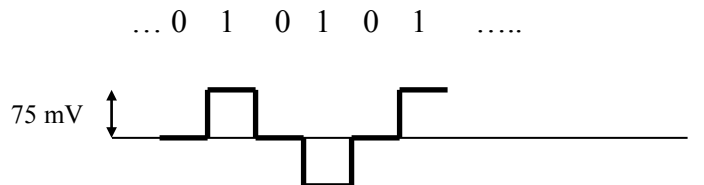
4. A Figura 1 representa um sinal rectangular periódico,  $v(t)$ , onde cada rectângulo simboliza um dígito binário. A duração de cada rectângulo é constante e a sua amplitude é  $\pm A$  Volt. Explique, em termos gerais, como procederia para apresentar uma aproximação a  $v(t)$  na forma de uma soma de vários cosenos.



**Figura 1** - sinal  $v(t)$

5. Enuncie e explique o *Teorema da potência de Parseval*.
6. Tendo em conta a definição apresentada na bibliografia disponibilizada, explique como se pode calcular a *Largura de Banda* de um determinado sinal.
7. O sinal periódico  $v(t)$  apresentado na Figura 2 codifica uma sequência binária alternada de ritmo  $r_b = 2$  Mbps sendo o seu espectro de amplitude dado pela fórmula:

$$|C_n| = \left| \frac{A\sqrt{2}}{2\pi n} [\cos(\pi n) - 1] \right| \quad n = \dots -3, -2, -1, 1, 2, 3 \dots$$



**Figura 2** – Sinal  $v(t)$

- Represente graficamente o espectro de amplitude (bilateral) do sinal  $v(t)$ .
- Determine a largura de banda do sinal  $v(t)$ .
- Discuta a forma de codificação utilizada para transmissão da sequência binária.



8. Responda ao seguinte problema:

	Considere o sinal $x(t)$ (em volts) que é apresentado como uma soma de ondas sinusoidais: $x(t) = 0.5 \cos(0\pi t) + 0.4 \cos(100\pi t) + 0.3 \cos(400\pi t) + 0.2 \cos(800\pi t) + 0.1 \cos(1600\pi t) + 0.05 \cos(3200\pi t) + \dots$ Assuma que o sinal tem uma potência média total de 400 miliwatt.
<b>A1</b>	Trata-se de um sinal não periódico com uma componente continua de 0,5 volts.
<b>B2</b>	Trata-se de um sinal periódico com um período de 20 milissegundos.
<b>C3</b>	Trata-se de um sinal periódico com a frequência fundamental de 100 Hz.
<b>D4</b>	Trata-se de um sinal com uma largura de banda de 200 Hz.

Indique se considera cada uma das afirmações anteriores verdadeira (V) ou Falsa (F):

<b>A1</b>		<b>B2</b>		<b>C3</b>		<b>D4</b>	
-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--

9. Considere que o sinal  $z(t)$  é obtido pela multiplicação do sinal  $v(t)$  (do problema 7) por um cosseno de frequência cíclica  $f_p$ .

$$z(t) = v(t) \cdot \cos(2\pi f_p t)$$

Tendo em consideração que  $f_p = 10$  MHz apresente um esboço do espectro de amplitude (bilateral) do sinal  $z(t)$ .

10. Na plataforma da disciplina serão disponibilizadas (*secção Material de Apoio/Diversos*) algumas referências para determinadas ferramentas/aplicações e outros tópicos relacionados com a área da análise espectral de sinais. Explore essas referências.

---


$$v(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} C_n e^{j2\pi n f_0 t} \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad C_n = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} v(t) e^{-j2\pi n f_0 t} dt$$

$$v(t) = C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} |2C_n| \cos(2\pi n f_0 t + \arg C_n) \quad S = \langle |v(t)|^2 \rangle = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} |v(t)|^2 dt$$

$$S = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} |C_n|^2 \quad v(t) \cdot \cos(2\pi f_p t) \leftrightarrow \frac{1}{2} [V(f - f_p) + V(f + f_p)]$$