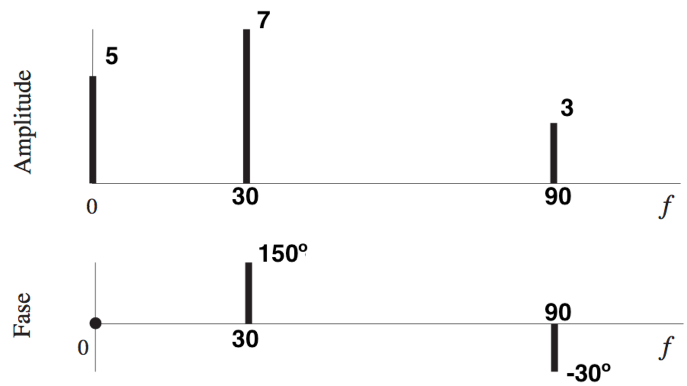
Departamento de Informática
Escola de Engenharia
Universidade do Minho

Fundamentos de Comunicação de Dados (2022/2023)
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:
A1	Se trata de um sinal periódico com uma componente constante de 0.7 volts.
B2	Se trata de um sinal periódico com um período de 5 ms e com uma componente constante de 0.35 volts.
C3	Se trata de um sinal periódico com a frequência fundamental de 400 Hertz.
D4	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**):

A1		**B2**		**C3**		**D4**	

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 +/-A Volt. Explique, em termos gerais, como procederia para apresentar uma aproximação a *v(t)* na forma de uma soma de vários cosenos.

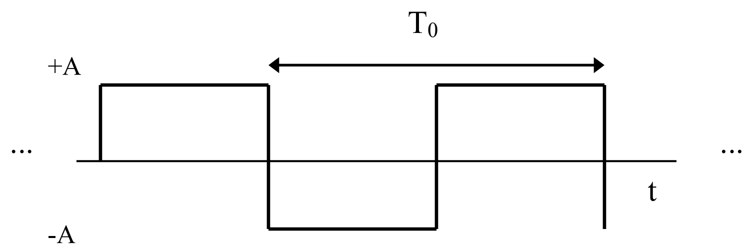


Figura 1 - sinal *v(t)*

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:

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

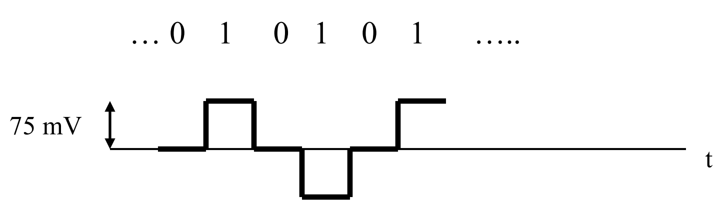


Figura 2 – Sinal *v(t)*

   a. Represente graficamente o espectro de amplitude (bilateral) do sinal v(t).

   b. Determine a largura de banda do sinal v(t).

   c. Discuta a forma de codificação utilizada para transmissão da sequencia binária.

8. Responda ao seguinte problema:

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

A1		**B2**		**C3**		**D4**	

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)*.

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

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

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