

Gabarito do Exercício 6

Considerando a frequência fundamental igual a 60 Hz, $\omega = 2\pi f = 120\pi$.

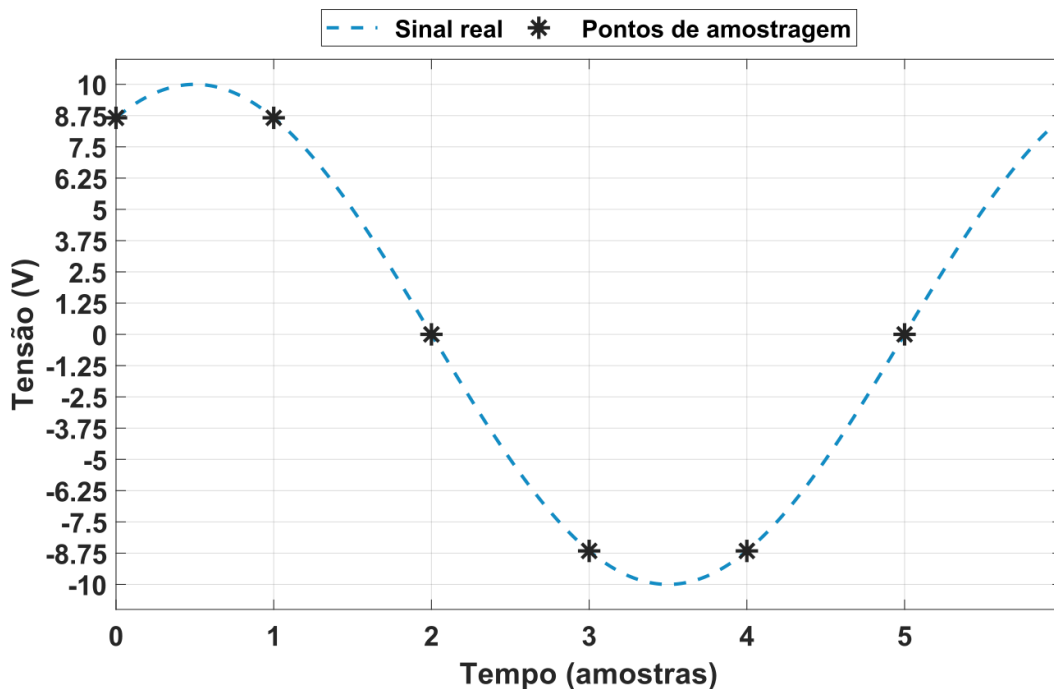
- Passo entre cada amostra, n , pode ser calculado como:

$$t = \frac{n}{360}$$

- Quantidade de amostras: Dada a frequência de amostragem igual a 360 Hz, tem-se que a quantidade de amostras será:

$$N = \frac{360}{60} = 6 \text{ amostras/ciclo}$$

- Quantidade de níveis de quantização: Uma vez que o conversor possui 4 bits, o número total de níveis de quantização será igual a $2^4 = 16$. Entretanto, como o sinal possui valores positivos e negativos, serão utilizados 8 níveis para os valores positivos e 8 para os negativos.
- Passo do nível de quantização: Como o sinal varia entre +10 V e -10 V, a variação entre cada nível de quantização será $\Delta V = 20/16 = 1,25 \text{ V}$.
- Representação gráfica do sinal real e o sinal amostrado. Mostrando o sinal original e o ponto onde o sinal foi amostrado com espaçamentos equidistantes.



Nota-se que a 6ª amostra do sinal (correspondente ao ângulo de 360°) foi omitida, pois esta corresponde ao início do próximo ciclo (ângulo de 0°).

- Calculo do valor real de cada amostra:

$$P_0: V = 10 \cdot \text{sen}(120\pi \cdot 0/360 + 60^\circ) = 8,66 \text{ V}$$

$$P_1: V = 10 \cdot \text{sen}(120\pi \cdot 1/360 + 60^\circ) = 8,66 \text{ V}$$

$$P_2: V = 10 \cdot \text{sen}(120\pi \cdot 2/360 + 60^\circ) = 0 \text{ V}$$

$$P_3: V = 10 \cdot \text{sen}(120\pi \cdot 3/360 + 60^\circ) = -8,66 \text{ V}$$

$$P_4: V = 10 \cdot \text{sen}(120\pi \cdot 4/360 + 60^\circ) = -8,66 \text{ V}$$

$$P_5: V = 10 \cdot \text{sen}(120\pi \cdot 5/360 + 60^\circ) = 0 \text{ V}$$

- Calculo do valor amostrado: Como os valores convertidos são discretos, e não contínuos, o valor amostrado será o mais próximo do valor real, caso o valor esteja em uma região intermediária. Cada um dos valores é apresentado na tabela abaixo juntamente com o erro de quantização (ϵ) para cada amostra.

	P₀	P₁	P₂	P₃	P₄	P₅
V _{seno}	8,66	8,66	0	-8,66	-8,66	0
V _{amostrado}	8,75	8,75	0	-8,75	-8,75	-8,75

- Calculo da Transformada Discreta de Fourier:

$$V_s = \frac{2}{N} \sum_{T=1}^N V_i \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot T\right)$$

$$V_s = \frac{2}{6} \left[\begin{array}{l} 8,75 \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 1\right) + 8,75 \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 2\right) + 0 \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 3\right) + (-8,75) \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 4\right) + \\ (-8,75) \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 5\right) + 0 \cdot \text{sen}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 6\right) \end{array} \right] = 10,1036$$

$$V_c = \frac{2}{N} \sum_{T=1}^N V_i \cdot \text{cos}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot T\right)$$

$$V_c = \frac{2}{6} \left[\begin{array}{l} 8,75 \cdot \text{cos}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 1\right) + 8,75 \cdot \text{cos}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 2\right) + 0 \cdot \text{cos}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 3\right) + (-8,75) \cdot \text{cos}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 4\right) + \\ (-8,75) \cdot \text{cos}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 5\right) + 0 \cdot \text{cos}\left(\frac{2\pi}{N} \cdot 6\right) \end{array} \right] = 0$$

- Amplitude da tensão:

$$V_{mag} = \sqrt{V_c^2 + V_s^2} = \sqrt{10,1036^2 + 0^2} = 10,1036 \text{ V}$$

- Ângulo da tensão:

$$V_{mag} = \tan^{-1}(V_s/V_c) = \tan^{-1}(10,1036/0) = 90^\circ$$

Logo, o erro na estimação da amplitude foi de 0,1036 V, e para o ângulo foi de 30°.