

# 1. ESERCIZI SUL CAMPIONAMENTO

## Esercizio 1.1

E' necessario convertire in digitale un segnale sinusoidale con ampiezza di 12 V e frequenza di 5 Hz.

1. Determinare la frequenza di Nyquist e scegliere di conseguenza la frequenza di campionamento ( $f_c$ ) del convertitore (scrivere una spiegazione della scelta fatta).
2. Calcolare il periodo del segnale ( $T$ ) e il periodo di campionamento ( $T_c$ ).
3. Disegnare due periodi del segnale originario evidenziando gli istanti di campionamento ed i relativi valori campionati.

## Esercizio 1.2

E' necessario convertire in digitale un segnale sinusoidale con ampiezza di 10 mV e frequenza di 40 kHz. Determinare le stesse cose dell'esercizio 1.1.

## Esercizio 1.3

E' necessario convertire in digitale un segnale sinusoidale con ampiezza di 150 V e frequenza di 25 Hz. Si ha a disposizione solamente un campionatore da 60 Hz.

1. In base a considerazioni riguardanti la frequenza di Nyquist determinare se il campionatore è adatto per il segnale dato (spiegare il perché).
2. Calcolare il periodo del segnale ( $T$ ) e il periodo di campionamento ( $T_c$ ).
3. Disegnare due periodi del segnale originario evidenziando gli istanti di campionamento ed i relativi valori campionati.

## Esercizio 1.4

E' necessario convertire in digitale un segnale sinusoidale con ampiezza di 5 mV e frequenza di 12 MHz. Si ha a disposizione solamente un campionatore da 20 MHz. Determinare le stesse cose dell'esercizio 1.3.

## Esercizio 1.5

Nella seguente tabella si trovano i campioni prelevati da un segnale sinusoidale.

<b>Istanti di campionamento [s]</b>	0.000	0.029	0.057	0.086	0.114	0.143	0.171	0.200
<b>Campioni [V]</b>	0.00	9.75	-4.34	-7.82	7.82	4.34	-9.75	0.00

1. Determinare il periodo di campionamento ( $T_c$ ) e la frequenza di campionamento ( $f_c$ ).
2. Disegnare il grafico dei campioni e ricostruire la forma d'onda del segnale originario.
3. Determinare il periodo del segnale originario ( $T$ ).

## Esercizio 1.6

Nella seguente tabella si trovano i campioni prelevati da un segnale sinusoidale.

<b>Istanti di campionamento [<math>\mu</math>s]</b>	0.0	4.5	9.1	13.6	18.2	22.7	27.3	31.8
<b>Campioni [mV]</b>	0.0	7.9	2.3	-7.3	-4.3	6.0	6.0	-4.3

1. Determinare il periodo di campionamento ( $T_c$ ) e la frequenza di campionamento ( $f_c$ ).
2. Disegnare il grafico dei campioni e ricostruire la forma d'onda del segnale originario.
3. Determinare il periodo del segnale originario ( $T$ ).

# SVOLGIMENTO DI ALCUNI ESERCIZI SUL CAMPIONAMENTO

## Svolgimento esercizio 1.1

1. La frequenza di Nyquist è pari al doppio della frequenza massima del segnale (vedi teoria). Quindi  $f_{Nyquist} = 2f_{max} = 10 \text{ Hz}$   
La frequenza di campionamento, per il teorema di Nyquist-Shannon, deve essere superiore alla frequenza di Nyquist. Si considera inoltre di inserire un generoso sovra-campionamento (oversampling) per migliorare la qualità del segnale e per tenere in considerazione un filtraggio non perfetto, quindi:

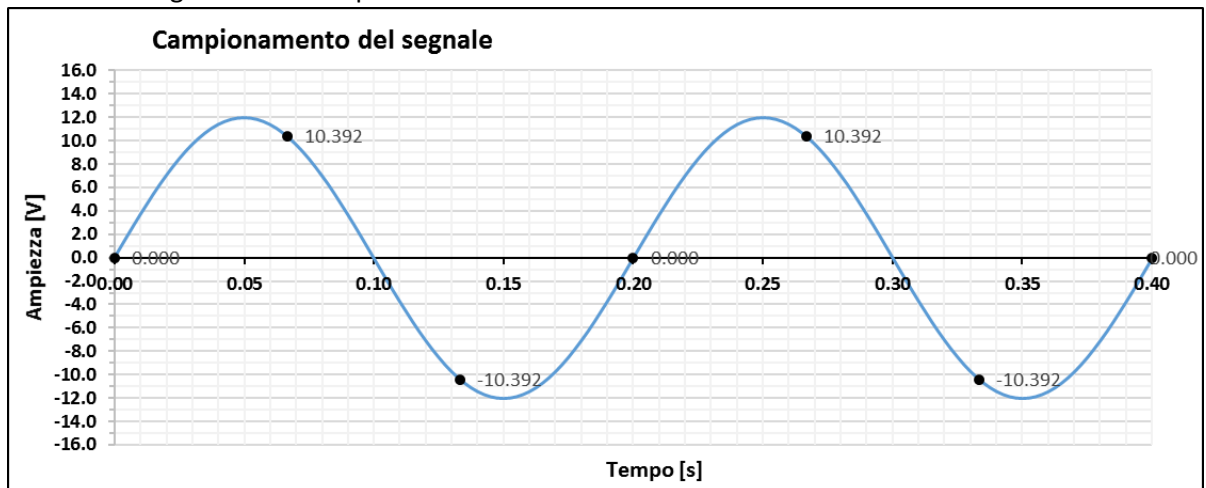
$$f_c = 3f_{max} = 15 \text{ Hz}$$

2. Il periodo è il reciproco della frequenza:

$$T = \frac{1}{f} = 0,2s = 200 \text{ ms}$$

$$T_c = \frac{1}{f_c} = 0,667s = 667 \text{ ms}$$

3. Grafico del segnale e dei campioni.



Per trovare il valore esatto di ciascun campione occorre svolgere il seguente calcolo.

$$V = V_{max} \cdot \text{sen}(360 \cdot t)$$

$V_{max}$  è l'ampiezza del segnale = 12V

$t$  è il tempo di ciascun campione, quindi 0s per il primo; 0,667s per il secondo; 1,334s per il terzo e così via.

NOTA BENE: la calcolatrice deve essere impostata su "DEG" (non "RAD" o "GRAD").

### Svolgimento esercizio 1.5

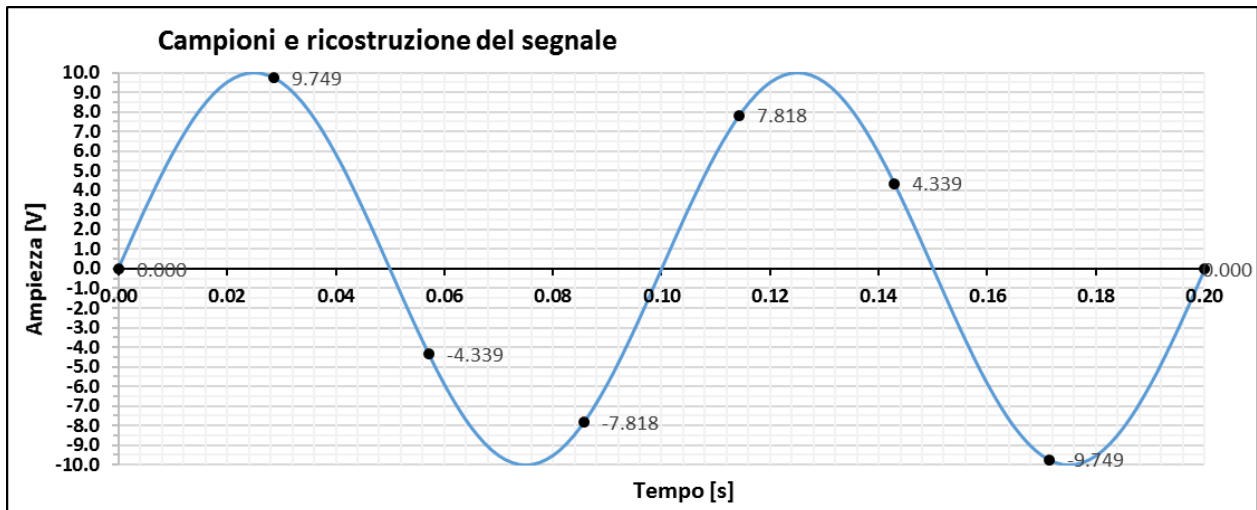
1. Il periodo di campionamento ( $T_c$ ) è facilmente determinabile calcolando l'intervallo di tempo tra due campioni del segnale.

$$T_c = 29 \text{ ms}$$

La frequenza di campionamento ( $f_c$ ) è il reciproco del periodo:

$$f_c = \frac{1}{T_c} = \frac{1}{29 \cdot 10^{-3}} = 0,034 \cdot 10^3 \text{ s} = 34 \cdot 10^0 \text{ s} = 34 \text{ Hz}$$

2. Grafico dei campioni e ricostruzione della forma d'onda del segnale originario.



3. Il periodo del segnale originario può essere individuato dal grafico. In questo caso:

$$T = 0,10 \text{ s} = 100 \text{ ms}$$