

## Relazione sull'Analisi della Trasformata di Fourier

### Introduzione

L'obiettivo di questa esperienza è analizzare la serie di Fourier per la ricostruzione di segnali periodici e valutarne la precisione in funzione del numero di armoniche e del duty cycle. La trasformata di Fourier consente di analizzare lo spettro dei segnali e studiare l'accuratezza della loro approssimazione rispetto al segnale originale.

Due forme d'onda saranno analizzate:

- **Onda rettangolare:** caratterizzata da discontinuità nette.
- **Onda triangolare:** più facile da approssimare, con coefficienti che decrescono rapidamente.

Per generare i vari grafici e le immagini che rappresentano i segnali e il loro spettro, è stato utilizzato uno script MATLAB che automatizza la creazione e il salvataggio delle immagini in cartelle dedicate.

### Onda Rettangolare

- $K = 10$ ,  $D = 0,5$ : Il segnale viene approssimato con i primi 10 contributi della serie di Fourier. Gli armonici pari sono nulli, quindi vengono utilizzate solo 5 sinusoidi.
- $K = 30$ ,  $D = 0,5$ : Aumentando il numero di armoniche, la ricostruzione migliora e il segnale si avvicina maggiormente all'onda rettangolare ideale.
- $K = 10$ ,  $D = 0,3$ : Variando il duty cycle, la serie di Fourier assume coefficienti più articolati, ma il metodo di approssimazione resta valido.
- $K = 100$ ,  $D = 0,05$ : Con un duty cycle molto piccolo e un alto numero di armoniche, il segnale rettangolare si allontana progressivamente e il suo spettro si infittisce, tendendo a una funzione sinc.

### Onda Triangolare

- $K = 5$ ,  $D = 0,5$ : Con poche armoniche, il segnale triangolare viene approssimato bene, perdendo dettagli nel vertice.
- $K = 30$ ,  $D = 0,5$ : I coefficienti della serie di Fourier decrescono rapidamente, il che significa che solo le prime armoniche contribuiscono in modo significativo. La ricostruzione è molto accurata.

Aumentando le armoniche, il segnale ricostruito e quello ideale diventano indistinguibili a occhio nudo, ma analizzando con più dettaglio, si nota una perdita di precisione nei vertici del triangolo.

### Generazione Automatica delle Immagini

Per visualizzare meglio i risultati delle approssimazioni, è stato utilizzato uno script MATLAB che genera automaticamente le immagini per ogni combinazione di  $K$  e  $D$ . Lo script esegue le seguenti operazioni:

1. **Genera le cartelle di output** per i segnali rettangolari e triangolari.
2. **Esegue le funzioni di ricostruzione** per ogni valore  $K$  e  $D$ .
3. **Salva automaticamente i grafici** del segnale e del relativo spettro di ampiezza in sottocartelle dedicate.

Questo approccio permette di confrontare in modo sistematico gli effetti dell'aumento delle armoniche e della variazione del duty cycle sui segnali e sul loro spettro.

## Conclusioni

1. **Ricostruzione di segnali periodici:** aumentando il numero di armoniche  $K$ , il segnale ricostruito si avvicina sempre di più a quello reale.
2. **Effetto della discontinuità:** nei segnali rettangolari, le discontinuità generano oscillazioni attorno ai punti di salto.
3. **Decadimento dei coefficienti:** per l'onda triangolare, i coefficienti decrescono più velocemente, rendendo più facile la ricostruzione.
4. **Automazione dell'analisi:** l'uso di uno script per la generazione delle immagini ha permesso di ottenere un confronto sistematico dei risultati.

L'analisi della serie di Fourier conferma che il numero di armoniche necessarie per una buona approssimazione dipende dalla forma del segnale e dalla rapidità di decadimento dei coefficienti spettrali.