

Spettro di un segnale

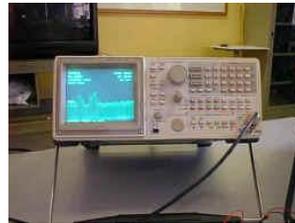
Seconda parte

Spettro di un segnale

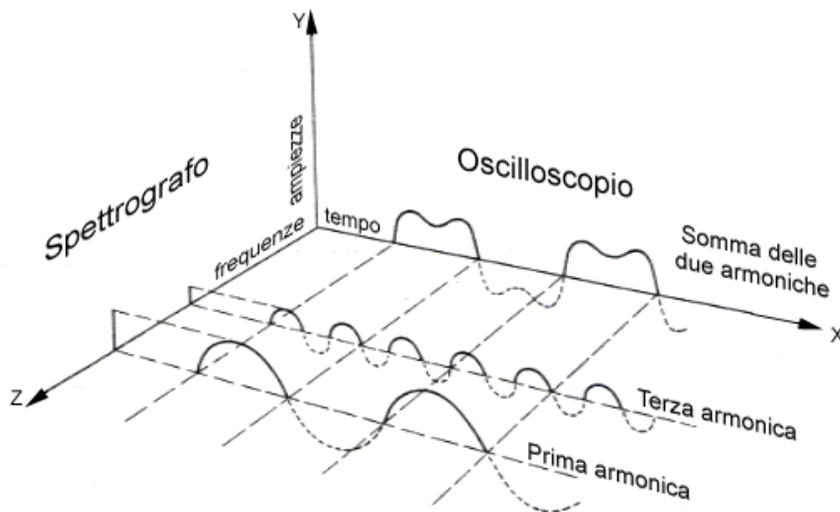
- Secondo lo *Sviluppo in serie di Fourier* un segnale periodico può essere descritto come somma di armoniche ciascuna avente frequenza multipla della frequenza fondamentale.
- Lo studio di un segnale può quindi avvenire in due modi:
 1. Analizzando il segnale come funzione del tempo cioè nel *dominio del tempo* oppure
 2. Analizzandolo nel *dominio delle frequenze*
- Fourier ha dimostrato che questo è possibile anche per funzioni non periodiche ricavando lo spettro con un'operazione detta *Trasformata di Fourier*

Come può essere studiato un segnale ?

- Nel dominio del tempo, attraverso la sua forma d'onda. Lo strumento idoneo per questo studio è **l'oscilloscopio**.
- Nel dominio della frequenza attraverso il suo spettro. Lo strumento idoneo in questo caso è **l'analizzatore di spettro (detto anche spettrometro o spettrografo)**.

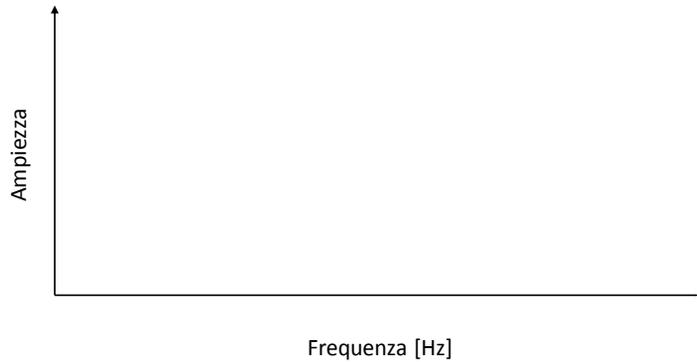


Somma di due armoniche analizzate sia nel dominio del tempo che delle frequenze.

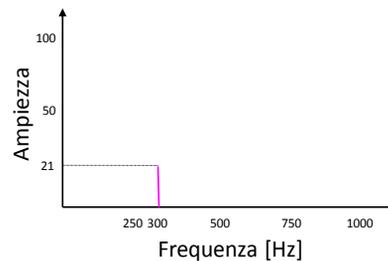
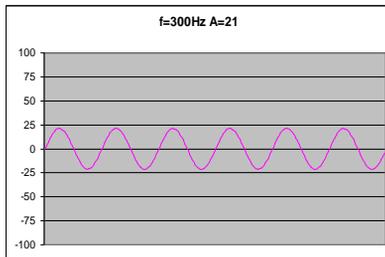
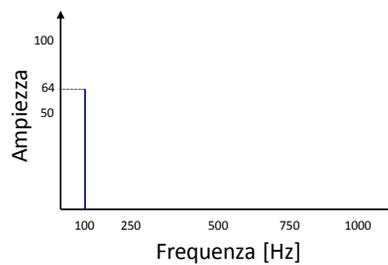
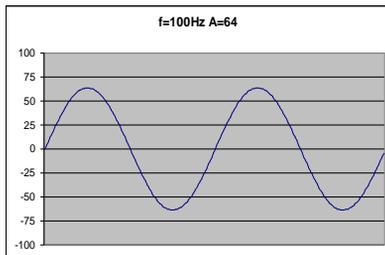


Spettro di ampiezza

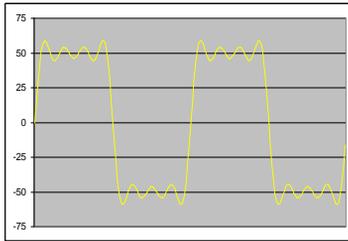
Le componenti armoniche di un segnale periodico possono essere rappresentate nello *spettro di ampiezza*, ciascuna con una barra di altezza(=ordinata) pari all'ampiezza dell'armonica posizionata in corrispondenza della frequenza dell'armonica(=ascissa).



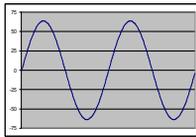
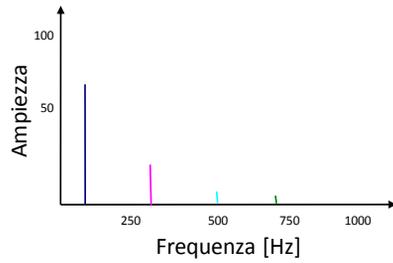
Spettri di ampiezza di onde sinusoidali(armoniche a fase nulla)



Forme d'onda complesse: lo spettro è la somma degli spettri dei sinusoidi che compongono l'onda.



f = 100 Hz



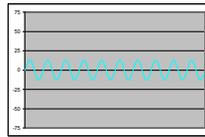
f=100Hz A=64

+



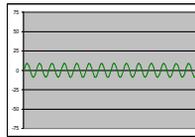
f=300Hz A=21

+



f=500Hz A=6

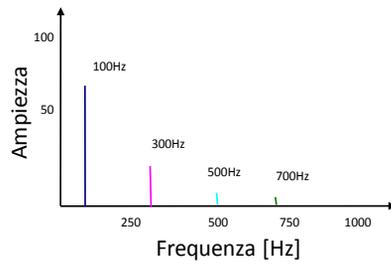
+



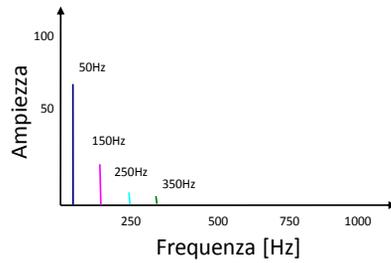
f=700Hz A=4



f=100Hz

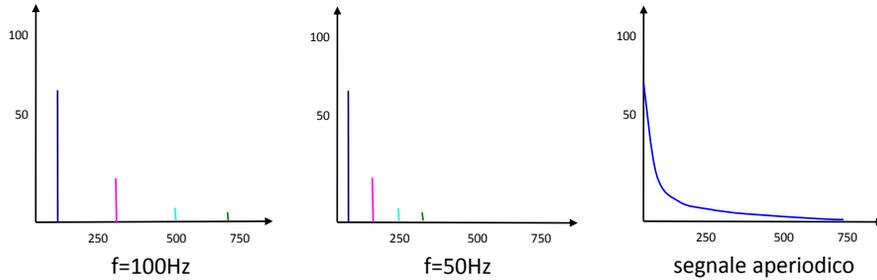


f=50Hz



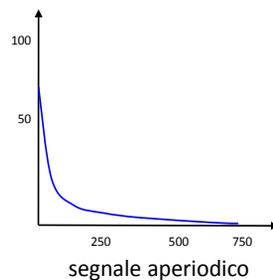
Aumentando il periodo, quindi diminuendo la frequenza, le barre dello spettro tendono a spostarsi verso l'origine degli assi ed ad avvicinarsi le une alle altre.

Intuitivamente, possiamo immaginare che se il periodo è infinito (ovvero il segnale è **aperiodico** in quanto non vi sono ripetizioni osservabili), le barre dello spettro si fondono in una linea continua.



Segnali aperiodici

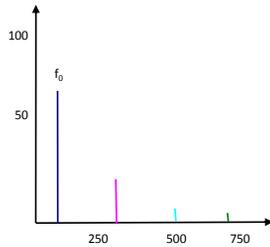
Segnali **aperiodici** possono essere visti come somma di infinite onde sinusoidali (seni e coseni) con **tutte le frequenze da 0 a ∞** .



Riassumendo:



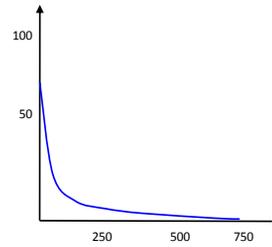
segnale periodico di frequenza f_0



Il segnale è una somma di sinusoidi aventi frequenza multipla di f_0

Lo spettro è formato da una serie di «righe» equidistanti.

segnale non periodico(aperiodico)



Il segnale è una somma di sinusoidi che possono assumere qualsiasi frequenza

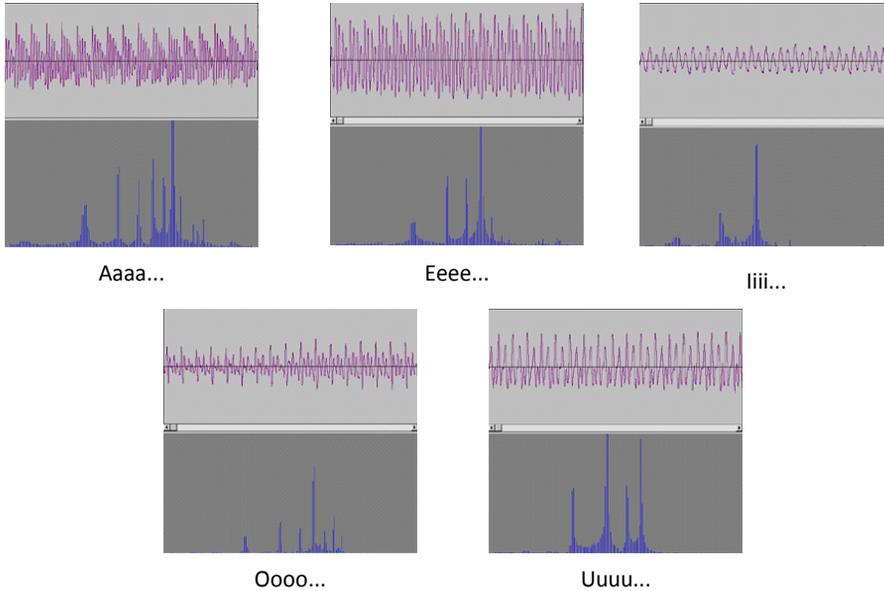
Lo spettro è formato da una linea continua.

Osservazione

- Ricordo che è possibile rappresentare in questo modo anche la fase delle varie armoniche che compongono il segnale
- Uno spettro è dunque caratterizzato da due diagrammi:
 - Uno per l'ampiezza $X(f)$
 - L'altro per la fase $\theta(f)$
- Entrambi funzioni della frequenza f !

Spettro della voce

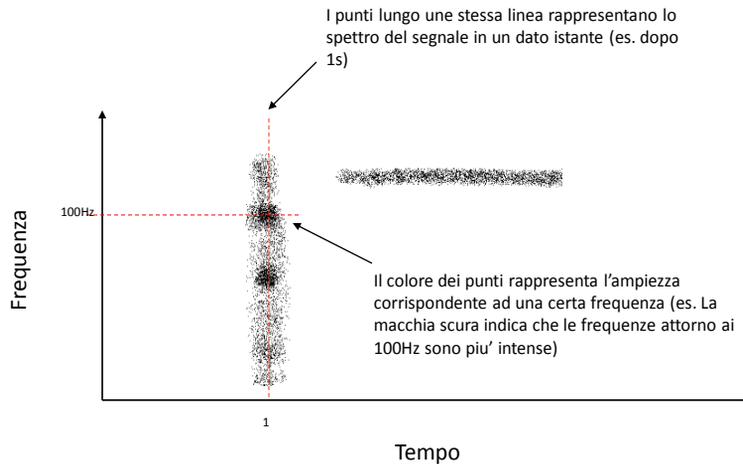
Le vocali corrispondono a segnali periodici (spettro a righe).



Analisi di forme d'onda – il parlato

Le consonanti presentano invece una gamma maggiore di frequenze e una maggiore variabilità nella frase.

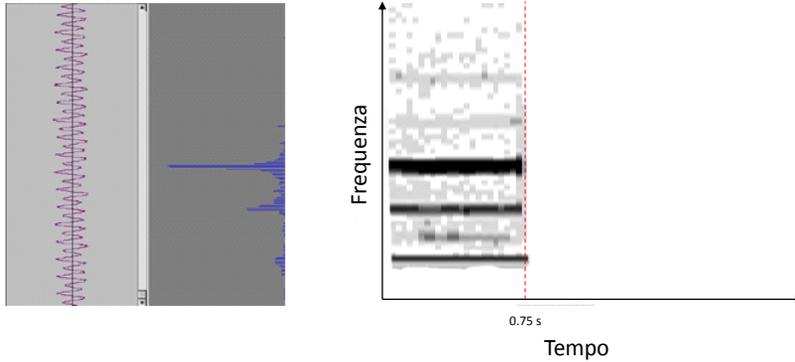
Per studiare il parlato è utile utilizzare il **sonogramma**: un grafico che mostra l'andamento dello **spettro** nel tempo.



Analisi di forme d'onda – il parlato

Il sonogramma di un'onda periodica che si mantiene inalterata nel tempo e' un insieme di bande orizzontali, corrispondenti alle frequenze dominanti dello spettro.

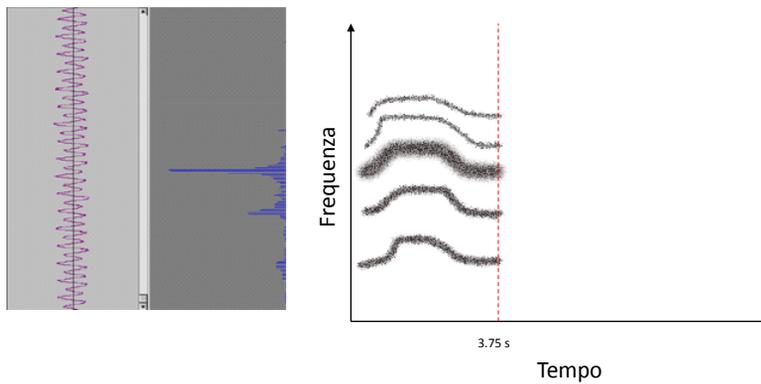
Esempio: la lettera "I" pronunciata con lo stesso tono per 0.75 secondi.



Analisi di forme d'onda – il parlato

Il sonogramma di un'onda periodica di frequenza variabile e' un insieme di strette bande che seguono le oscillazioni di frequenza.

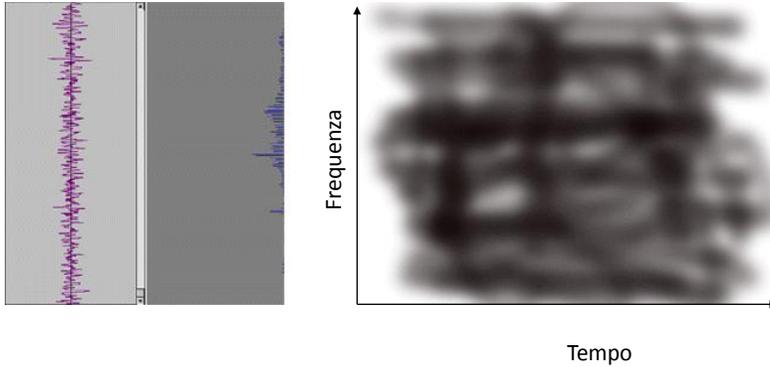
Esempio: la lettera "I" pronunciata con tono ascendente e discendente per un totale di 3.5 secondi.



Analisi di forme d'onda – il parlato

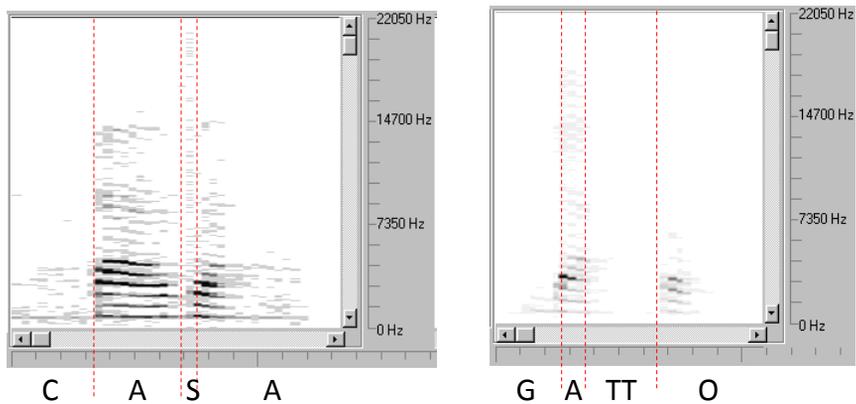
Il sonogramma di un'onda non periodica e' una fascia diffusa.

Esempio: rumore bianco.



Analisi di forme d'onda – il parlato

Esempio: alcune parole.



Analisi di forme d'onda – il parlato

Esempio: alcune parole.

