



Laboratorio

Esercizio-1

- Concatenare due segnali sinusoidali aventi la stessa frequenza (es. 440 Hz), la stessa durata (es. 2s) ma fasi differenti (es. 90° e 270°).

Esercizio-2

- Analisi *spettromorfologica* della somma di due sinusoidi:

$$y=s(t)= \text{sen}(2\pi*440*t) + \text{sen}(2\pi*880*t)$$

- Esempio di *battimenti* (analisi del profilo):

$$y=\text{sen}(2\pi*440*t) + \text{sen}(2\pi*443*t)$$

Esercizio-3

- Generare un suono sinusoidale di frequenza 440 Hz, durata 3 s, fase 0 e ampiezza (involuppo):
 - variabile linearmente da 0 a 1 (nell'intervallo di 0 -1s)
 - costante pari a 1 (nell'intervallo 1-2 s)
 - variabile linearmente da 1 a 0 (nell'intervallo 2-3 s)

Si utilizzi sia il comando Create Sound sia il linguaggio di scripting di Pratt!

Esercizio-4

- Generare un segnale a *dente di sega* con frequenza fondamentale $f_0 = 110$ Hz

$$y = \sum_{[n: 0, +\infty]} a_n \sin(2\pi f_0 n t + \phi_n) \\ = 1 \sin(2\pi \cdot 110 t) + 1/2 \sin(2\pi \cdot 220 t) + 1/3 \sin(2\pi \cdot 330 t) + \dots$$

- Generare un segnale a *onda quadra* con frequenza fondamentale $f_0 = 110$ Hz

$$y = \sum_{[n: 0, +\infty]} a_n \sin(2\pi f_0 n t + \phi_n) \\ = 1 \sin(2\pi \cdot 110 t) + 1/3 \sin(2\pi \cdot 330 t) + 1/5 \sin(2\pi \cdot 550 t) + \dots$$

Esercizio-5

- Creare un segnale della durata di 2 s composto da due sinusoidi di frequenza $f_1=440$ Hz e $f_2=490$ Hz e da due impulsi (click) separati da un intervallo di tempo pari a 0.5 s
- Analizzare il segnale nel dominio del tempo e della frequenza variando la larghezza della finestra temporale di analisi e osservando come varia, di conseguenza, la risoluzione in frequenza ($\Delta T * \Delta f = \text{cost}$)

Esercizio-6

- Creare uno sweep di frequenza da f_1 a f_2 in T s (es. $f_1=400$ Hz, $f_2= 1000$ Hz, $T=2$ s)

- Nota: la *frequenza istantanea* di un segnale del tipo $s(t) = \text{sen}[\Phi(t)]$ è data da

$$f(t) = 1/2\pi * d \Phi(t) /dt$$

$$2\pi * f(t) = d \Phi(t) /dt$$

$$2\pi * \int f(t) dt = \Phi(t)$$

Soluzione

L'andamento desiderato della frequenza istantanea è:

$$f(t) = f_1 + (f_2 - f_1)/T * t$$

sapendo che $2\pi * \int f(t) dt = \Phi(t)$ si ottiene

$$2\pi * (f_1 * t + (f_2 - f_1)/2T * t^2) = 2\pi * (f_1 + (f_2 - f_1)/2T) * t * t = \Phi(t)$$

Nel caso in esame

$$2\pi * (400 + 600/4) * t * t = \Phi(t)$$

Esercizio-7

- Generare un rumore bianco gaussiano (con media 0 e deviazione standard 0.5) e analizzare l'andamento del segnale nel dominio del tempo e della frequenza.
- Utilizzare un filtro *elimina-banda* per eliminare dal rumore le frequenze comprese negli intervalli [1000-2000] e [4000-6000] Hz. Analizzare il segnale ottenuto nel dominio della frequenza. Sommare infine al rumore un segnale sinusoidale di frequenza 5000 Hz

Esercizio-8

- Registrare la propria voce che pronuncia la sequenza di vocali “*a e i o u*” e analizzare lo spettro del suono generato cercando di identificare le formanti di ciascuna vocale. Nota: le formanti indicano le frequenze di risonanza del tratto vocale.
- Come sopra utilizzando parole che contengono sia vocali che consonanti e studiando le differenze spettrali.
- Come sopra utilizzando voci maschili e femminili, voci di adulti e di bambini.

Esercizio-9

- Eseguire l'analisi spettromorfologica di un segnale ottenuto mediante sintesi moltiplicativa usando come frequenza portante il valore $f_c=440$ Hz e come frequenza modulante i valori $f_m=220, 100, 50, 10$
- Che frequenze contiene il segnale così ottenuto?

Esercizio-10

- Eseguire l'analisi spettromorfologica di un segnale ottenuto mediante modulazione di fase usando come frequenza portante $f_c=440$ Hz e variando i parametri I e f_m (ad esempio $I = 1, 10, 50, ..$ $f_m = 10, 100$). Che frequenze contiene il segnale generato?
- Costruire tre suoni ciascuno della durata di 3s che possano essere usati:
 - come suoneria del cellulare
 - come suono da associare ad un'arma elettronica in un gioco di fantascienza
 - come rumore da associare ad una apparecchiatura industriale