

# Accés a la tarja de so

## Utilització d'Octave

Jordi Bonet

Xavier Moncunill

Març de 2025

En aquesta sessió utilitzarem la tarja de so per enregistrar i reproduir sons. En el procés d'enregistrament, la tarja de so ens proporciona mostres del senyal de so. Els detalls sobre què són les mostres i com s'aconsegueixen (conversió analògic-digital, o conversió A/D) es presentaran breument al principi de la sessió i es tractaran amb profunditat a la propera assignatura *Processament Digital del Senyal*. En el procés de reproducció, la tarja de so utilitza les mostres que li proporcionem per tal de generar un senyal de so (conversió digital-analògic, o conversió D/A). L'accés a la tarja de so el podem fer des d'Octave i des de Matlab interaccionant amb els sistemes operatius Linux i Windows, respectivament. En aquesta sessió treballarem amb Octave sobre Linux.

## 1 Accés a la tarja de so amb Octave

Octave dona l'opció de reproduir i d'enregistrar sons. Si us interessa, podeu investigar les funcions `sound`, `audioplayer` i `audiorecorder`.

En aquesta pràctica utilitzarem una segona possibilitat, consistent en executar directament certes instruccions del sistema operatiu, disponibles amb el paquet `sox`, com són `play` per a reproduir i `rec` per a enregistrar. Per a això heu de tenir instal·lat el paquet `sox` en el vostre sistema. Això ho podeu verificar executant en un terminal `man sox` i, en cas que no el tingueu instal·lat, executeu en el mateix terminal

```
$ sudo apt install sox
```

L'execució d'instruccions del sistema operatiu des d'Octave es fa mitjançant la instrucció `system`. A continuació es mostren alguns exemples de codi que us permeten posar en pràctica aquestes instruccions (tingueu en compte que si copieu i enganxeu el codi del fitxer pdf poden aparèixer caràcters estranys que us poden donar errors!):

```
% GENERACIO I REPRODUCCIO D'UN SO

%% PARAMETRES
tf=1; % durada del senyal en 'segons'
Fm=48e3; % frecuencia de mostreig en 'mostres/segon'
```

```

%% GENERACIO DEL SENYAL
% generacio d'un sinus de frequencia Fa i amplitud A
Fa=600;
A=0.1;
t=(1/Fm:1/Fm:tf)'; % vector de temps amb els instants de mostreig
x=A*cos(2*pi*Fa*t);

%% EMMAGATZEMAMENT EN UN FITXER I REPRODUCCIO
file='xname.wav';
% transformar la variable d'octave 'x' en un arxiu d'audio 'xname.wav'
wavwrite(x,Fm,file);
% reproduir senyal sinusoidal des del sistema
system(['play_',file])

```

```

% ENREGISTRAMENT I REPRODUCCIO D'UN SO

```

```

file='bname.wav';
% enregistrar entrada microfon des del sistema
system(['rec_c1_r_',num2str(Fm),'_',file,'_trim_0_',num2str(tf)])
% reproduir entrada microfon des del sistema
system(['play_',file])
% transformar l'arxiu d'audio 'bname.wav' en una variable d'octave 'b'
b=wavread(file);
figure(2),plot(t,b) %representar el senyal enregistrat

```

*Previ 1.* A partir dels exemples anteriors, realitzeu una funció que us permeti reproduir fàcilment un vector d'Octave. Utilitzeu com a paràmetres d'entrada el vector  $x$  i la freqüència de mostreig  $F_m$ . Completeu el següent codi:

```

% funcio equivalent a sound.m de Matlab
function play_so(x,Fm)
% la següent linia assigna una Fm per defecte
% si nomes passeu un parametre: play_so(x)
% si passeu 0 o + de 2 parametres us presenta l'ajuda de la funcio
if nargin==1, Fm=48e3, elseif (nargin !=2), print_usage (), end
file=[tmpnam(),'.wav'];% genera un arxiu temporal
...
...
system(['rm_',file]); % suprimeix l'arxiu temporal
end

```

*Previ 2.* Realitzeu una funció que us permeti enregistrar fàcilment un vector de so des d'Octave. Utilitzeu com a paràmetres d'entrada el nombre de mostres  $N$  (i no la durada de l'enregistrament) que voleu enregistrar i la freqüència de mostreig  $F_m$  i com a paràmetre de sortida el vector de mostres  $x$ . Completeu el següent codi:

```

% funcio equivalent a wavrecord.m de Matlab
function x=rec_so(N, Fm)
% la següent linia assigna una Fm per defecte
% si nomes passeu un parametre: play_so(x)
% si passeu 0 o + de 2 parametres us presenta l'ajuda de la funcio
if nargin==1, Fm=48e3, elseif (nargin !=2), print_usage (), end
file=[tmpnam(),'.wav'];% genera un arxiu temporal
tf=N/Fm; % durada del senyal
input ('Please hit ENTER and speak afterwards!\n', 's');

```

```

...
...
system(['rm_',file]); % suprimeix l'arxiu temporal
end

```

*Tasca 1.* Genereu i reproduïu un senyal sinusoidal de freqüència 600 Hz i durada 1 s amb la funció `play_so`. Investigueu com varia la percepció del senyal en variar-ne l'amplitud  $A$ . Experimenteu també amb diversos valors de freqüència  $Fa$ . La banda d'àudio es considera que s'extén des dels 20 Hz fins als 20 kHz. Investigueu quin és el rang de freqüències que sou capaços de sentir (tingueu en compte que els altaveus petits són incapaços de reproduir correctament les baixes freqüències).

*Tasca 2.* Enregistreu amb la funció `rec_so` i reproduïu un senyal de veu. Per exemple, podeu enregistrar la paraula 'hola' i representar gràficament el resultat obtingut en funció del temps. Podeu comparar el resultat amb el que obté el vostre company de laboratori.

## 2 Potència mitjana d'un senyal

La potència instantània d'un senyal  $x(t)$  és  $x(t)^2$ . La seva potència mitjana es defineix com a:

$$P_x = \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{1}{\tau} \int_{\tau} x(t)^2 dt \quad (1)$$

que per al cas de senyals periòdics de període  $T$  es pot reescriure com:

$$P_x = \frac{1}{T} \int_T x(t)^2 dt. \quad (2)$$

*Previ 3.* Calculeu  $P_x$  del següent senyal

$$x_0(t) = A_0 \cos(2\pi f_0 t). \quad (3)$$

*Tasca 3.* Amb `Octave` genereu un senyal sinusoidal  $x_0$  de durada un nombre enter de períodes i calculeu la seva potència mitjana utilitzant el següent codi,

```
Px=sum(x.^2)/length(x);
```

equivalent a fer una integral discreta de l'*Equació 2*.

*Previ 4.* Calculeu  $P_x$  del següent senyal

$$x(t) = A_1 \cos(2\pi f_1 t) + A_2 \cos(2\pi f_2 t). \quad (4)$$

Tingueu en compte que, depenent del valor de les freqüències  $f_1$  i  $f_2$ , el senyal pot no ser periòdic. Alternativament, si ho preferiu, i per fer el càlcul més senzill, podeu suposar que  $f_2$  és múltiple de  $f_1$ . En aquest cas, el senyal és periòdic, essent el seu període el de la freqüència més baixa. A la vista del resultat, quina conclusió podem extreure?

*Tasca 4.* Amb Octave genereu un senyal  $x$  que sigui la suma de dos senyals sinusoidals  $x_1$  i  $x_2$  de freqüències  $f_1$  i  $f_2$  i calculeu la seva potència mitjana. Considereu  $A_1 = 1$ ,  $A_2 = A_1/5$ ,  $f_1 = 100$  i  $f_2 = 3f_1$ . El vector de temps pot tenir, per exemple, una durada de dos períodes del senyal de freqüència  $f_1$ . Assegureu-vos que per cada cicle del senyal de freqüència  $f_2$  teniu un nombre elevat de mostres (es recomanen 100 o més).

*Tasca 5.* Mantenint els valors de la tasca anterior, representeu gràficament i calculeu la potència mitjana  $P_x$  dels següents senyals.

$$x_a(t) = A_1 \cos(2\pi f_1 t + 0) + A_2 \cos(2\pi f_2 t + 0) \quad (5)$$

$$x_b(t) = A_1 \cos(2\pi f_1 t + 0) + A_2 \cos(2\pi f_2 t + \pi) \quad (6)$$

$$x_c(t) = A_1 \cos(2\pi f_1 t + 0) + A_2 \cos(2\pi f_2 t + \frac{\pi}{2}) \quad (7)$$

*Tasca 6.* Calculeu el màxim i l'instant de temps en què es produeix el màxim i el mínim de cada senyal utilitzant les funcions `max.m` i `min.m`.

### 3 Valor eficaç d'un senyal

Es defineix el valor eficaç d'un senyal  $x$  com el valor que ha de prendre un senyal constant  $X_{ef}$  per a tenir una potència igual a la del senyal  $x$ ,  $P_x$ .

*Previ 5.* Trobeu la relació entre potència mitjana  $P_x$  i el valor eficaç  $X_{ef}$  d'un senyal  $x$ .

*Previ 6.* Quin és el valor eficaç  $X_{ef}$  d'un senyal sinusoidal com el de l'Equació 3?

*Tasca 7.* Calculeu la potència mitjana  $P_x$  i el valor eficaç  $X_{ef}$  d'un senyal periòdic quadrat amb un rendiment de cicle del 25%, 50% i 75%.

*Tasca 8.* Calculeu la potència mitjana  $P_x$  i el valor eficaç  $X_{ef}$  d'un senyal periòdic triangular.