

# Manual de referència dels mòduls de pràctiques

Senyals i sistemes — iTIC

Àlex Catllà Garcia

7 d'abril de 2013

## Índex

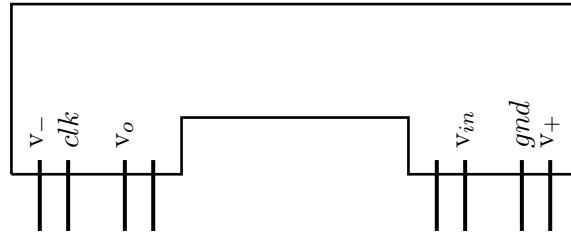
<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Mòduls</b>	<b>1</b>
2.1	Amplificador no inversor . . . . .	2
2.2	Filtre pas-baix . . . . .	2
2.3	Filtre pas-banda . . . . .	3
2.4	Multiplicador per 0 i 1 . . . . .	3
2.5	Multiplicador per 1 i -1 . . . . .	4
2.6	Transmissor i receptor d'ultrassons . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Muntatges</b>	<b>4</b>
3.1	Muntatge complet . . . . .	4
3.2	Altres muntatges . . . . .	5
3.2.1	Comprovació de la comunicació . . . . .	5
3.2.2	Muntatge simple . . . . .	5
3.3	Muntatge amb arduino . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Transmissions</b>	<b>6</b>

## 1 Introducció

Aquest document és la referència bàsica sobre una sèrie de mòduls utilitzats a les pràctiques de *Senyals i sistemes*. Aquests mòduls s'han pensat per poder fer una modulació i desmodulació de senyals. Utilitzant en el muntatge complet, únicament seran necessaris el vostre ordinador i uns altaveus, a més de cables i fonts d'alimentació, dels quals es proporcionaran al laboratori.

## 2 Mòduls

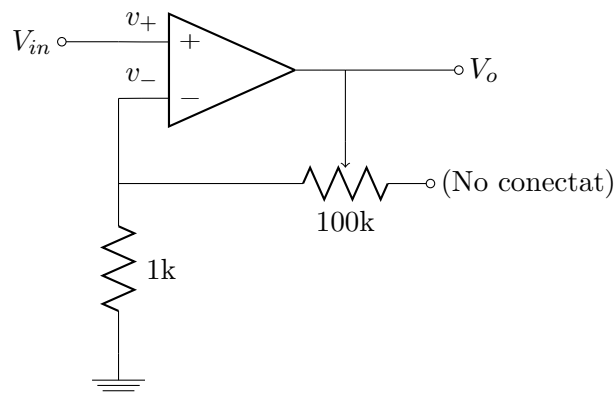
Els diferents mòduls, s'han dissenyat per tal d'oferir la màxima comoditat i flexibilitat, per aquest motiu s'ha optat per un disseny físic que faciliti la col·locació a la placa protoboard. L'esquema general de l'aparença física de les plaques i de la localització dels pins és el següent:



Aquesta imatge representa la vista frontal de la placa, és a dir per la part on hi han els components, per tant mirant la placa des de la cara que no conté coure. Els dos pins centrals que no contenen etiqueta, són pins amb finalitat de proporcionar estabilitat física a la placa. No obstant, la natura de la placa, protoboard condiona que  $v_o$  i el pin central esquerre estiguin curtcircuitats i que alhora,  $v_{in}$  i el pin central dret també es trobin curtcircuitats.

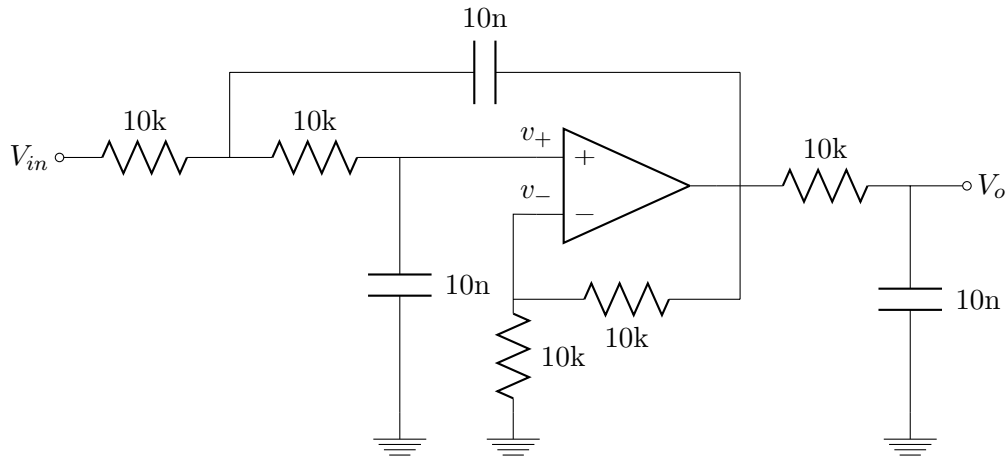
## 2.1 Amplificador no inversor

Amplificador no inversor, amb una amplificació màxima de  $V_o = V_{in} \cdot 100$ . Consta d'un potenciòmetre per tal de poder variar l'amplificació a la sortida. Mitjançant la variació del valor del potenciòmetre, situat de tal manera que mostri el valor mínim de resistència, idealment un curtcircuit, aquesta posició proporciona idealment, un seguidor.



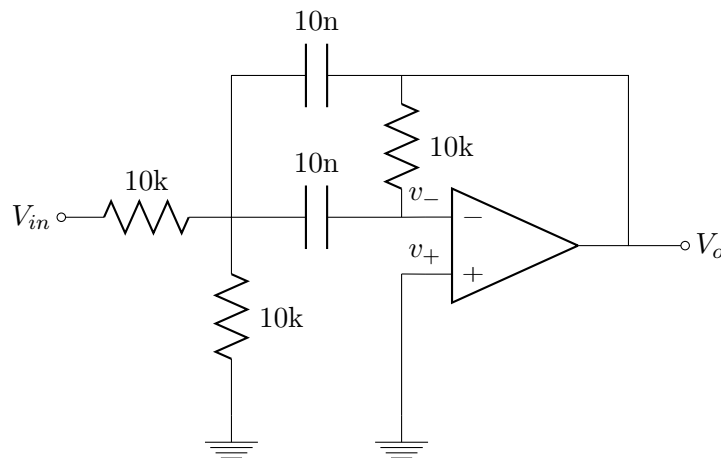
## 2.2 Filtre pas-baix

El filtre pas-baix, és un filtre de segon ordre i està dissenyat per tal de que tingui el colze de  $-3\text{dB}$  a freqüència  $1.2\text{kHz}$ . A més té un guany de 2.



### 2.3 Filtre pas-banda

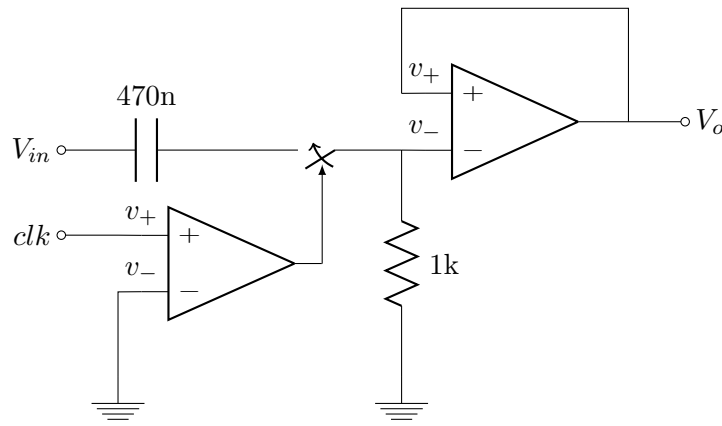
Filtre pas banda que té el màxim a 40 kHz, amb un factor  $Q = 1.25$ . El filtre té un guany de 3.14, per tant el senyal resultant de sortida és el senyal d'entrada filtat i amplificat per 3.14.



### 2.4 Multiplicador per 0 i 1

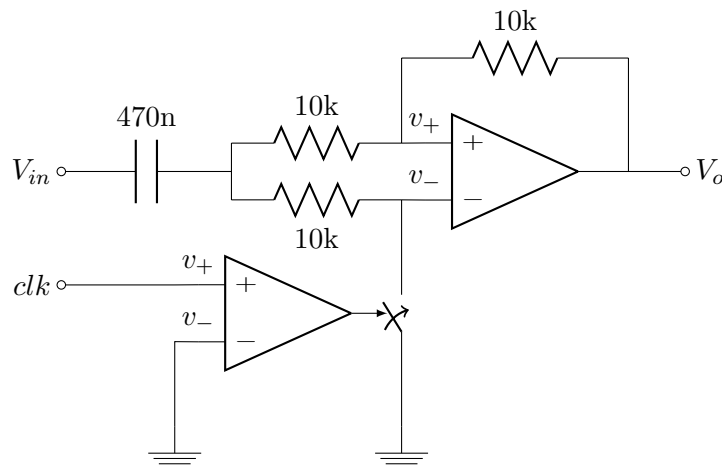
Multiplicador per 0 i 1, per tant aquest multiplicador afegeix una contínua de 0.5 V, al senyal de sortida.

L'interruptor que es mostra a l'esquemàtic correspon a l'integrat *HEF 4066BP AC339 Un03066 PHILIPS*, que s'activa en funció del *clk*



## 2.5 Multiplicador per 1 i -1

Multiplicador per 1 i -1, per tant aquest multiplicador no afegeix contínua al senyal de sortida. L'interruptor que es mostra a l'esquemàtic correspon a l'integrat *HEF 4066BP AC339 Un03066 PHILIPS*, que s'activa en funció del *clk*



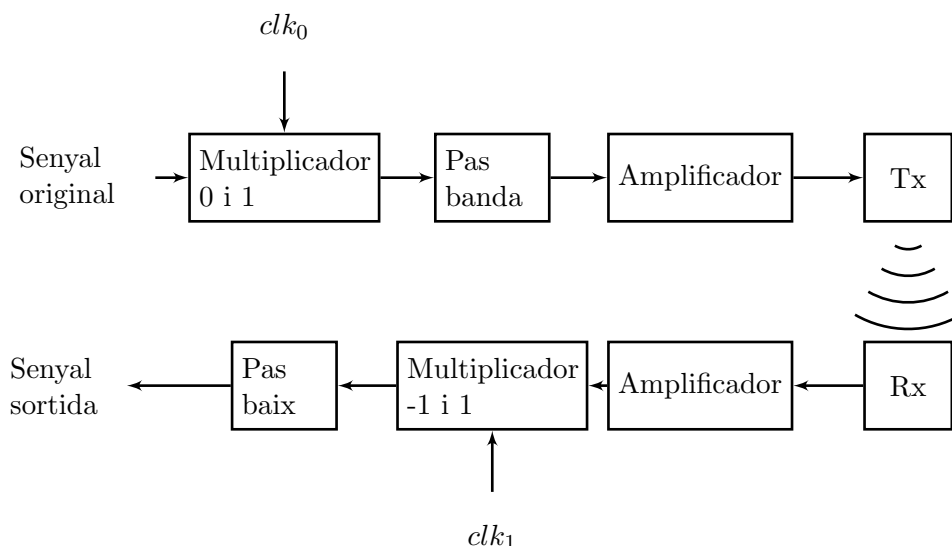
## 2.6 Transmissor i receptor d'ultrasons

Per tal d'evitar conflictes amb valors de contínues és necessari posar un pull-down amb una resistència de 10 kΩ.

## 3 Muntatges

### 3.1 Muntatge complet

Muntatge complet utilitzat per la modulació, transmissió i desmodulació d'un senyal, que s'implementa utilitzant l'esquema següent. En el qual a l'entrada del multiplicador tenim el senyal sense modular i el senyal de sortida és idealment el senyal d'entrada.



## 3.2 Altres muntatges

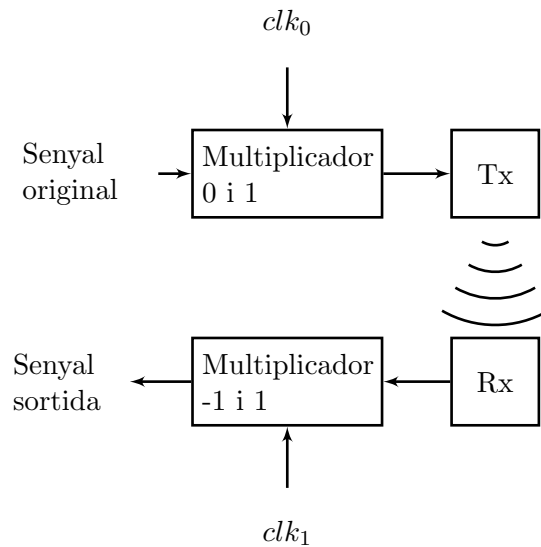
A partir del muntatge complet anterior es poden portar a modificacions sobre l'esquema anterior i observar diferents fenòmens. Alguna de les possibilitats de modificacions, és la d'eliminar algun dels mòduls del muntatge o bé combinar la col·locació d'aquests.

### 3.2.1 Comprovació de la comunicació

Una de les proves interessant abans de començar a avançar en el muntatge, és la de comprovar les comunicacions entre el receptor i el transmissor. Per comprovar la comunicació utilitzem el generador de senyals per connectar-lo al transmissor i l'oscil·loscopi per connectar-lo al receptor. Variarem la freqüència del generador per comprovar la resposta en freqüència del transmissor i el receptor.

### 3.2.2 Muntatge simple

El muntatge més simple possible és el de tenir un multiplicador i un transmissor en transmissió, i un multiplicador i un receptor en recepció. Amb aquest muntatge pot ser interessant observar quin és l'abast al qual el receptor rep senyal.



El següent pas possible podria ser el d'utilitzar un amplificador en transmissió o bé en recepció i verificar si hi han diferències.

### 3.3 Muntatge amb arduino

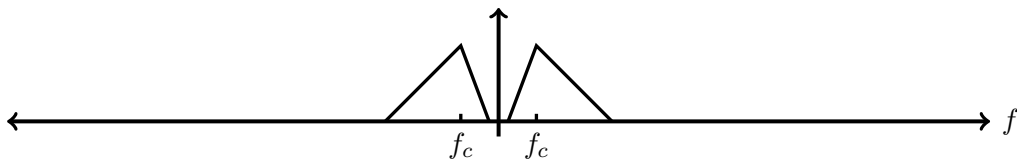
L'idea és la d'utilitzar la placa arduino, per substituir el multiplicador en recepció.

(S'ha de tenir en compte que arduino només té alimentació positiva i s'ha de crear una alimentació "flotant")

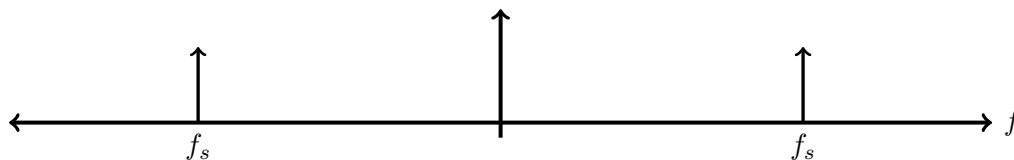
## 4 Transmissions

En els primers casos podem utilitzar un senyal d'entrada en banda base, que és el que volem transmetre, provinent de l'ordinador i ajustar els *clocks*, tant el de recepció com el de transmissió, directament amb el generador de senyals.

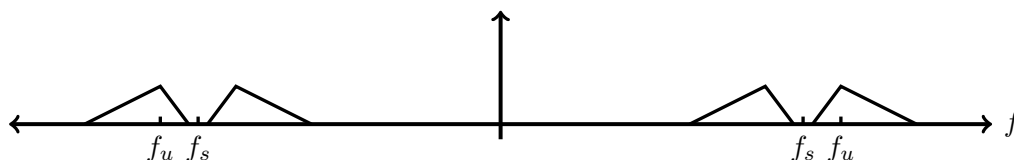
Imaginem que el senyal que volem transmetre té el següent espectre.



En aquest cas s'ha de tenir en compte que al desplaçar l'espectre del senyal que volem enviar des de la freqüència  $f_c$ , que és la freqüència central respecte on es troba la majoria d'espectre del senyal, fins a la freqüència d'ultrasons  $f_u$ , és necessari que el senyal sinusoidal per el qual convolucionarem, tingui una freqüència corresponent a  $f_s = f_u - f_c$ . En aquest cas el que transmetrem serà el lòbul superior del senyal.



Si convolucionem el senyal sinusoidal amb el senyal en banda base, obtenim dos espectres del senyal, amb la meitat d'amplitud i centrats a la freqüència del senyal sinusoidal.



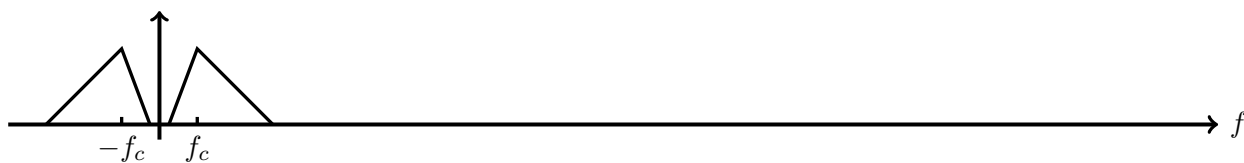
Per exemple doncs, si tenim un senyal amb  $f_c = 500Hz$  i volem transmetre amb uns ultrasons a  $f_u = 40kHz$ , el senyal sinusoidal que necessitem és de  $f_s = 39.5kHz$ .

Amb aquest primer muntatge, es pot variar la freqüència  $f_s$  i veure com afecta al senyal que rebem. Es pot comprovar quina és la freqüència  $f_s$  òptima empíricament i comprovar si coincideix amb la calculada.

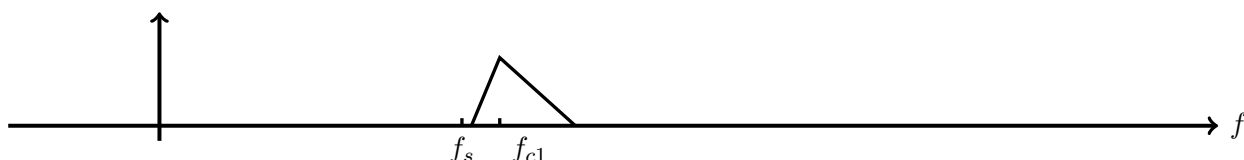
Una altre possibilitat, és la d'aprofitar que el nostre computador disposa d'una sortida d'àudio estereo, i per tant tenim dos canals disponibles. El que fem és utilitzar un dels canals estereo pel senyal que volem transmetre i l'altre canal estereo pel senyal de *clock*.

En aquest punt s'ha de tenir en compte les limitacions fixades per les tarjes d'àudio dels computadores. Habitualment estan limitades a freqüències màximes d'uns 20kHz. Per aquest motiu depenent dels ultrasons que utilitzem per la transmissió, la nostra tarja no ens podrà proporcionar el senyal de *clock* necessari per desplaçar el senyal de banda base fins les freqüències dels ultrasons. Al laboratori disposem d'ultrasons de 40 kHz, 32.8 kHz i 25 kHz. En aquests casos la nostra tarja d'àudio no ens pot proporcionar la freqüència de *clock* necessària per desplaçar el senyal des de banda base fins a la freqüència d'ultrasons.

L'estratègia és la de fer la modulació amb dos desplaçaments de l'espectre, és a dir desplaçar l'espectre del senyal fins una freqüència compresa entre banda base i el senyal màxim que pot reproduir la tarja d'àudio, on aquest desplaçament d'espectre el farem mitjançant el computador. Al mateix temps generem per l'altre canal estereo un altre senyal que utilitzarem com a *clock*, en els dos casos les freqüències han de ser freqüències que les pugi donar la tarja d'àudio i la convolució en domini freqüencial, entre els dos senyals donguin com a resultat l'espectre del senyal a la freqüència d'ultrasons. És a dir, en aquest cas tenim  $f_c$ , que és la freqüència "central" del senyal en banda base,  $f_{s1}$  és la freqüència del senyal sinusoidal, per la qual multipliquem en domini temporal i eliminem el lòbul inferior, amb *octave* en el computador. Això vol dir que a la sortida, per un dels canals, obtenim un senyal on el lòbul superior està "centrat" a  $f_{c1} = f_c + f_{s1}$ . Al mateix temps que per l'altre canal, reproduïm un senyal sinusoidal de freqüència  $f_{c2}$ . La relació entre els dos senyals, és  $f_u = f_{c1} + f_{c2}$ , i per tant  $f_u = f_c + f_{s1} + f_{c2}$ .

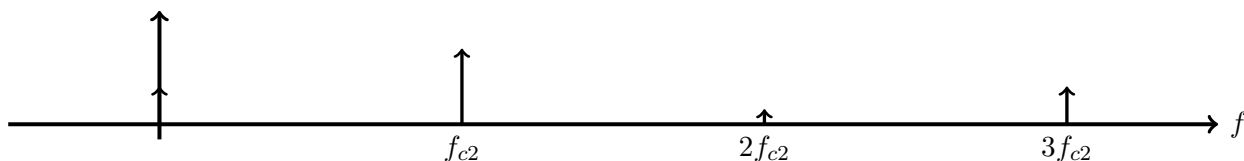


Convolucionem els dos senyals anteriors i eliminem el lòbul inferior amb l'ajuda d'octave. El següent espectre és l'espectre del senyal que reproduïm per un dels dos canals estereo del computador.



S'ha de tenir en compte que encara que la figura només mostra les freqüències positives, també existeix el lòbul simètric a freqüències negatives. Ja que alhora de fer el següent desplaçament d'espectre, es poden sobre posar i provocar aliasing.

Com que la multiplicació (en domini temporal), que efectuen els nostres moduls multiplicadors tant el de 0 i 1 com el de -1 i 1, no és per un senyal sinusoidal si no que és per un senyal quadrat, idealment d'un rendiment del 50%, l'espectre del senyal, és el següent, tenint en compte que no és un senyal ideal i per tant apareixen també deltes a les freqüències múltiples parells:



Podem pensar en que en comptes d'enviar el primer lòbul, enviar el tercer lòbul, aprofitant que tenim una delta a  $3f_{c2}$  i ajustant la condició anterior per una nova condició,  $f_u = f_c + f_{s1} + 3f_{c2}$

En els diagrames anteriors es mostraven tant les freqüències positives com les negatives com es pot observar que són simètriques a partir d'ara únicament es representaran les freqüències positives (tot hi que en alguns casos s'ha d'observar com afecten les freqüències negatives en la desmodulació i si poden provocar aliasing).