Pràctica 4. Modulació AM

Utilització d'un canal d'ultrasons

Jordi Bonet
Xavier Moncunill

Març de 2025

En aquesta sessió repetirem la modulació d'amplitud usada a la pràctica anterior per a transmetre un senyal de veu, amb la diferència que en lloc d'utilitzar un cable farem servir un canal d'ultrasons.

En un canal telefònic es considera que els components més rellevants de l'espectre de veu $x(t)$ es troben continguts entre 300 Hz i 3400 Hz tal i com s'indica a la *Figura* 1.

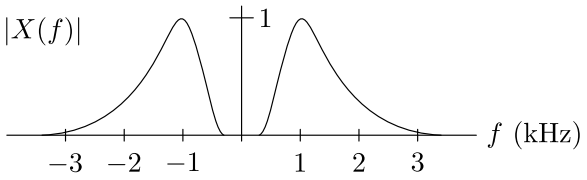


Figura 1: Possible espectre d'un senyal de veu.

Per a realitzar una transmissió sense fils usarem els mateixos transductors d'ultrasons que ja heu usat a *Circuits i Sistemes Lineals*. Tant el transmissor (TX) com el receptor (RX) només són efectius a freqüències properes a 40 kHz. Per tant, si volem usar el canal d'ultrasons, ens cal traslladar l'espectre de veu, que es troba proper a l'origen freqüencial, al voltant de 40 kHz. Això s'aconsegueix fent el que s'anomena modulació. Nosaltres usarem una modulació d'amplitud (AM). Observeu que en la sessió anterior el senyal es traslladava a 10 kHz, la qual cosa ens permetia usar la tarja de so com a transmissora del senyal modulat. En aquesta ocasió no ens serà possible generar directament el senyal al voltant de 40 kHz amb la tarja de so, de manera que incorporarem un bloc addicional funcionant com a multiplicador.

> ATENCIÓ: En aquesta sessió haureu de venir amb el material habitual de laboratori (*protoboard*, cables...) si bé també usarem la tarja de so de l'ordinador.

1 Primer un enllaç sense modulació

En primer lloc realitzarem un enllaç d'ultrasons per tal de transmetre a distància un senyal sinusoïdal de 40 kHz sense modular (*Figura* 2).



Figura 2: Sistema de transmissió i recepció d'ultrasons.

Tasca 1. Genereu un senyal d'1 V d'amplitud i 40 kHz (sense contínua) amb el generador de funcions. Exciteu el TX d'ultrasons amb aquest senyal. Mesureu amb l'oscil·loscopi el senyal rebut amb el RX d'ultrasons.

Varieu la freqüència del generador i observeu quin tipus de resposta en freqüència té el sistema. Determineu la freqüència de màxima amplificació, les freqüències de tall inferior i superior, i l'amplada de banda.

Mesureu el valor eficaç de la tensió de soroll captada pel receptor.

Finalment, determineu l'abast de l'enllaç. Comenceu amb una distància de 10 cm i augmenteu-la fins que la relació senyal-soroll (SNR) a la sortida es redueixi a 20 dB.

Tasca 2. Repetiu la tasca anterior incorporant un amplificador x10 al transmissor i x100 al receptor (*Figura* 3). Ajusteu els guanys als màxims valors possibles sense distorsió del senyal de sortida, i determineu el nou abast de l'enllaç. Què passa amb l'amplitud del senyal rebut si en lloc d'un senyal sinusoïdal envieu un senyal quadrat?



Figura 3: Sistema de transmissió i recepció d'ultrasons amb amplificadors.

2 Generació del senyal d'informació

Considereu ara el sistema complet de transmissió i recepció amb modulació i desmodulació de la *Figura* 4.

Tasca 3. Genereu amb Octave el senyal d'informació que es transmetrà pel canal d'ultrasons. En tots els experiments, utilitzeu primer un senyal sinusoidal de 600 Hz i després un senyal de veu.

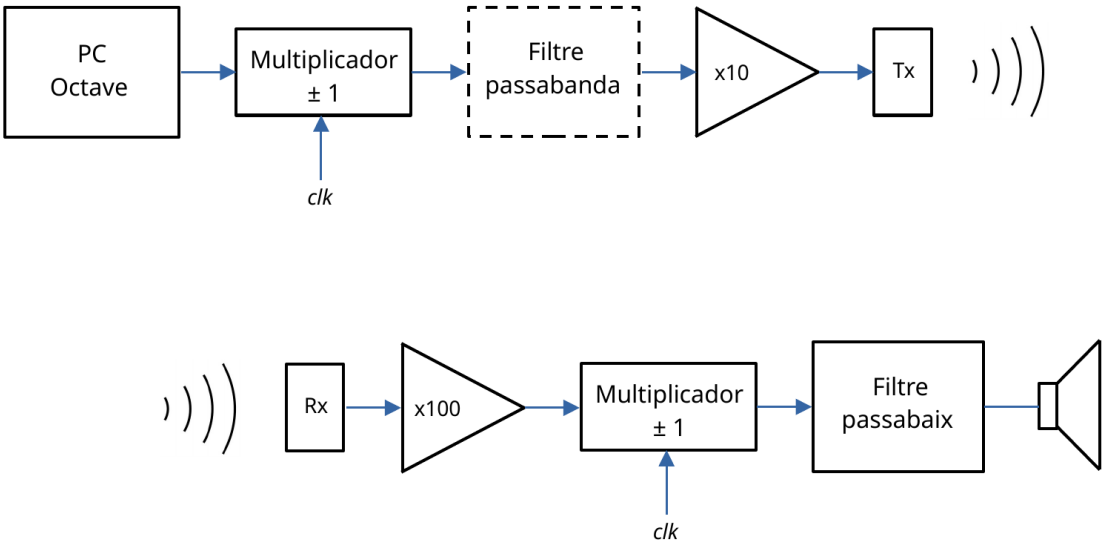


Figura 4: Sistema complet de transmissió i recepció d'ultrasons.

3 Utilització del multiplicador per traslladar en freqüència

Tasca 4. Utilitzeu el multiplicador per a multiplicar el senyal proporcionat per la tarja de so per un senyal de *clock* de 40 kHz. Observeu el senyal de sortida i justifiqueu la forma de senyal que s'obté. Opcionalment, podeu incorporar un filtre passabanda per aconseguir un senyal modulat més net. Exciteu el TX i visualitzeu el senyal rebut a la sortida de l'amplificador del RX.

4 Desmodulació

Tasca 5. Multipliqueu el senyal de sortida de l'amplificador del RX per un senyal de *clock* de 40 kHz. Afegiu el filtre passabaix. Visualitzeu el senyal de sortida a l'oscil·loscopi i escolteu-lo mitjançant un altaveu. Modifiqueu el *clock* del receptor per tal d'aconseguir una recepció òptima. Extraieu conclusions.