

# Utilització dels ultrasons per a la realització d'un xat

PFC Andrés Peñalver Núñez N° registre: 1561

## Resum

L'orella humana és capaç de captar sons de freqüència inferior a 20kHz. Els sons de freqüència superior s'anomenen ultrasons. L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar i construir un sistema de transmissió i recepció sense fils de missatges escrits, fent servir com a mitjà de transmissió els ultrasons.

El motiu que m'ha portat a proposar aquest projecte al Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions ha estat el meu interès per consolidar els coneixements adquirits durant la realització del programa de Formació d'Estudiants en Departaments i Instituts (FEDI) sobre els ultrasons i satisfer la meua voluntat de realitzar un projecte que consisteixi en dissenyar i construir un prototipus.

La transmissió i la recepció de missatges és duu a terme, a grans trets, de la següent manera: el disseny consta de cinc polsadors, una pantalla LCD, un microcontrolador, els transductors d'ultrasons i circuiteria addicional. Els missatges s'escriuen utilitzant els polsadors, es visualitzen al display i es van emmagatzemant al microcontrolador caràcter a caràcter. Un altre polsador marca l'inici de la transmissió. El receptor detecta la transmissió i visualitza el missatge rebut a la pantalla LCD. Del sistema dissenyat es construiran dos prototipus transmissors i receptors alhora, entre els quals s'enviaran els missatges escrits.

La generació i captació dels ultrasons es realitza mitjançant transductors piezoelèctrics. En una primera fase del projecte s'han realitzat diverses mesures per caracteritzar aquests transductors, de les quals s'extreu que equivalen a un filtre pas banda de 40.3kHz de freqüència central i 1kHz d'ample de banda. Per aquest motiu, els caràcters del missatge s'envien utilitzant una modulació amb senyal portador d'aquesta freqüència.

Els missatges es visualitzen en una pantalla LCD que representa cada caràcter segons el seu codi ASCII. Per tant, els caràcters del missatge s'envien codificats en aquest codi. El dispositiu que governa i controla la transmissió i la recepció dels missatges és el

microcontrolador PIC16F877: en la transmissió s'encarrega de l'escriptura del missatge a partir de la lectura dels pulsadors (que permeten la cerca del caràcter desitjat a una taula que té a la memòria), de la visualització i emmagatzematge del missatge, la generació del senyal portador i modulador, i de l'enviament; mentre que en recepció s'encarrega de rebre cada caràcter i visualitzar-lo per la pantalla LCD.

El senyal portador és un senyal quadrat de 40.3kHz generat a partir del mòdul PWM (Pulse Width Modulation) del microcontrolador i el senyal modulador és la sortida del mòdul de comunicació sèrie que també integra aquest dispositiu. La modulació resultant és del tipus AM On-Off Key, ja que el senyal modulador és un senyal digital, i es realitza multiplicant el senyal portador pel modulador utilitzant interruptors. El senyal modulad s'inverteix abans de transmetre, ja que el protocol sèrie manté un "1" mentre es troba en espera i això implicaria la transmissió contínua del senyal portador, fet que provocaria interferències durant la comunicació. La utilització del protocol sèrie ha evitat la creació d'un protocol propi per a la transmissió, ha simplificat el codi del programa perquè es troba implementat al microcontrolador i permet la compatibilitat del sistema amb qualsevol dispositiu amb comunicacions sèrie, per exemple un PC.

Per limitacions pròpies dels ultrasons, l'enllaç és de curta distància, aproximadament uns 6 metres i la velocitat de la comunicació sèrie es veu limitada per l'ample de banda dels transductors, encara que per aquest projecte la velocitat no és vital.

El subcircuit transmissor consta d'un microcontrolador, cinc pulsadors, el dispositiu que integra els interruptors per a realitzar la modulació, la pantalla LCD i l'emissor d'ultrasons. El subcircuit receptor consta del receptor d'ultrasons, una etapa d'amplificació de guany variable a partir d'un potenciòmetre segons la distància entre emissor i receptor, el detector d'envolvent que efectua la demodulació AM, un comparador de contínua que regenera el senyal del detector d'envolvent, un comparador inversor, el microcontrolador i la pantalla LCD. El circuit final combina els dos circuits anteriors però compartint el microcontrolador i la pantalla LCD. A partir d'aquest circuit s'ha elaborat el disseny de la placa de circuit imprès que ha donat lloc a la construcció dels dos prototipus que formen el xat.

L'alimentació del conjunt s'efectua mitjançant una pila de 9V i un regulador de tensió de 5V, obtenint una alimentació asimètrica entre 0 i 5V, fet que condiciona algunes etapes del disseny, com la d'amplificació.

A part de les tasques de disseny de circuits, s'ha realitzat la programació en assemblador del microcontrolador per tal que realitzi les tasques abans esmentades. A més, aquest codi inclou rutines que implementen retards necessaris per a la inicialització de la pantalla, el canvi de línia del display (ja que aquest no ho implementa) i una rutina que gestiona la recepció d'un missatge durant l'escriptura d'un altre: permet recuperar el missatge perdut al visualitzar el que s'ha rebut, ja que es comparteix la pantalla, simplement activant un dels polsadors.

El principi de funcionament del disseny final és molt semblant a la idea inicial que es va proposar abans de començar el projecte. Tot i això, durant la fase de disseny han hagut dos canvis significatius del disseny inicial per tal d'aprofitar els recursos del microcontrolador: el senyal portador es genera a partir del mòdul PWM i no amb un circuit astable basat en un amplificador operacional (reduïm circuiteria) i s'utilitza el mòdul de comunicacions sèrie del microcontrolador com a protocol de transmissió.

Encara que utilitzar els ultrasons per realitzar una comunicació no és el més adequat degut a les seves característiques, com l'ample de banda, atenuació, direccionalitat, abast, aparició de rebots, etc., permet reproduir les idees principals d'una comunicació per radiofreqüència però amb un cost més baix degut a treballar a baixes freqüències.

Tal i com es comenta a l'inici del resum, la idea per a realitzar aquest projecte ha sorgit a partir dels treballs previs i els coneixements adquirits durant la realització del programa de Formació d'Estudiants en Departaments i Instituts (FEDI) sobre els ultrasons. Dels resultats obtinguts s'han realitzat tres publicacions, citades a la bibliografia del document complet.

Finalment, dir que aquest projecte pot servir com a punt de partida per a realitzar d'altres, que es podrien basar en les següents línies futures: canviar els ultrasons per ones de radiofreqüència, efectuar la detecció d'errors i la codificació dels caràcters, afegir el control automàtic del guany, ús d'un PLL per a la demodulació AM, realitzar una comunicació entre dos PC's o millorar les característiques de l'enllaç utilitzant transductors no piezoelèctrics amb major ample de banda.