



Mesura de la velocitat del so a l'aire amb ultrasons

Lluís Nadal i Balandras.
(Centre de Documentació i Experimentació de Ciències).

Material:

- un joc de càpsules ultrasòniques (emissora i receptora) que es poden adquirir a la majoria de botigues de components electrònics.
- generador de funcions o el circuit dissenyat per l'autor que es descriu més endavant.
- oscil.loscopi de dos canals.
- regle, cinta adhesiva...

Hi ha diferents models de càpsules ultrasòniques: "normals", miniatura, hermètiques, però totes s'utilitzen de la mateixa manera, funcionen a una freqüència de 40,2 kHz i admeten una tensió màxima de 30 V de pic a pic. Les normals costen unes 1000 PTA la parella i a més de poder mesurar la velocitat del so, permeten veure com la fase depèn de la distància entre el focus emissor, el punt considerat i la longitud d'ona.

Procediment.

Es connecta la càpsula emissora mitjançant cables coaxials (si s'intercanvien l'emissora per la receptora també funcionen però l'amplitud rebuda és més petita) al generador de funcions: la pota unida a la carcassa metàl·lica a la pinça negra i la pota aïllada a la pinça roja). Se selecciona una freqüència de 40 kHz, senyal sinusoidal, amplitud màxima, relació cíclica 1:1 (en cas contrari el senyal es veurà una sinusoide distorsionada) i s'engega. A 1 cm de distància es posa la càpsula receptora encarada a l'emissora i connectada a l'oscil.loscopi (el canal no importa sempre i quan el disparo o "trigger" se seleccioni en el canal corresponent). Es veurà que la càpsula receptora capta un senyal, es varia la freqüència del generador de funcions fins que el senyal sigui màxim i a partir d'ara s'ha d'anar en compte de no variar la freqüència.

Hi ha varies possibilitats per a saber la freqüència:

- 1) Suposar que és 40,2 kHz.
- 2) Mesurar-la amb l'oscil.loscopi (aquest és el mètode més didàctic però no el més precís).

- 3) Mesurar-la amb un polímetre digital que ho pugui fer (aquest mètode és el més senzill).
- 4) Utilitzar un freqüencímetre digital (aquest és el mètode més precís i tan fàcil com l'anterior però un centre freqüencímetre té una utilitat molt limitada un polímetre que pugui mesurar "de tot" és més barat i útil).

Un cop es coneix la freqüència i mantenint les connexions, es connecta la càpsula emissora (mantenint-la connectada al generador de funcions) al canal de l'oscil·loscopi que estigui lliure i es dispara per aquest canal, se selecciona mode "dual", "alternate" i es representa un canal a d'alt i l'altre a baix. Es fixa un foli damunt la taula amb cinta adhesiva, se li dibuixa una línia recta i damunt del foli s'hi fixa la càpsula emissora (figura 1).

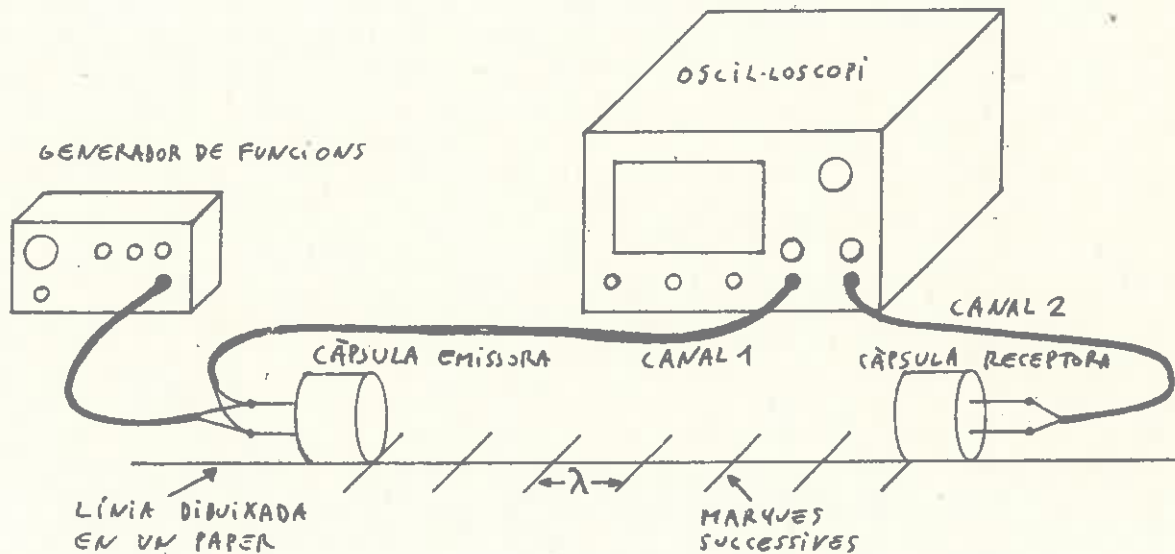


Figura 1

Es posa la càpsula receptora encarada amb l'emissora i a una distància de manera que els dos senyals estiguin en oposició de fase (figura 2), es marca la posició de la càpsula receptora damunt del paper, es torna a moure la càpsula receptora fins que els dos senyals tornin a estar en oposició de fase, es repeteix aquest procediment unes 10 vegades. La distància entre dues ratlles del paper correspondrà a una longitud d'ona (es mesuren totes 10 amb un regle i es divideix per 10) sabent la freqüència la velocitat del so a l'aire serà:

$$v = \lambda \nu$$

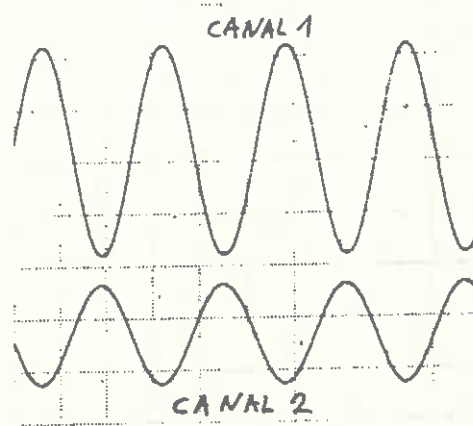


Figura 2

Si s'aboca un gas més dens que l'aire damunt de les càpsules es veurà com canvia la fase entre els dos senyals, això demostra que ha variat la longitud d'ona (la freqüència no varia) i per tant la velocitat del so al canviar de medi.

Si no es disposa de generador de funcions, es pot demanar en préstec (gratuït) al CDEC o muntar l'oscil·lador sinusoidal en pont de Wien que es dona a continuació (figura 3) junt amb la font d'alimentació adequada (figura 4).

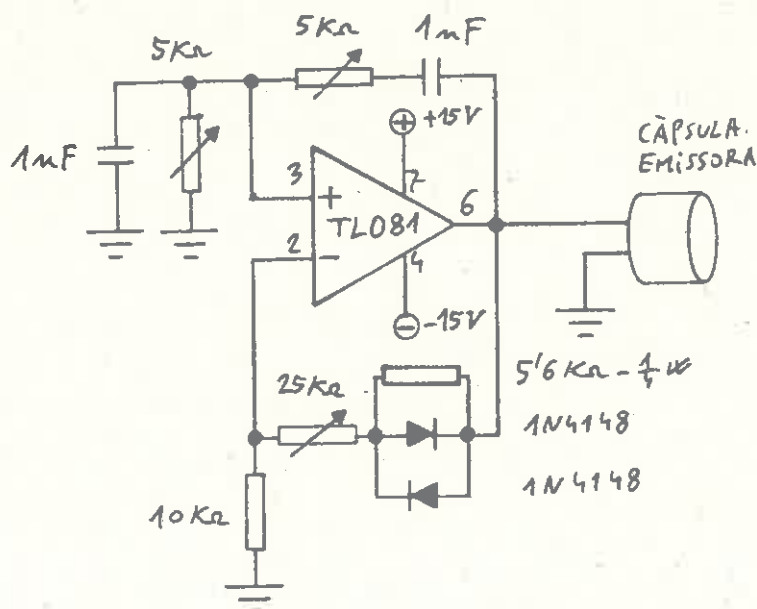


Figura 3



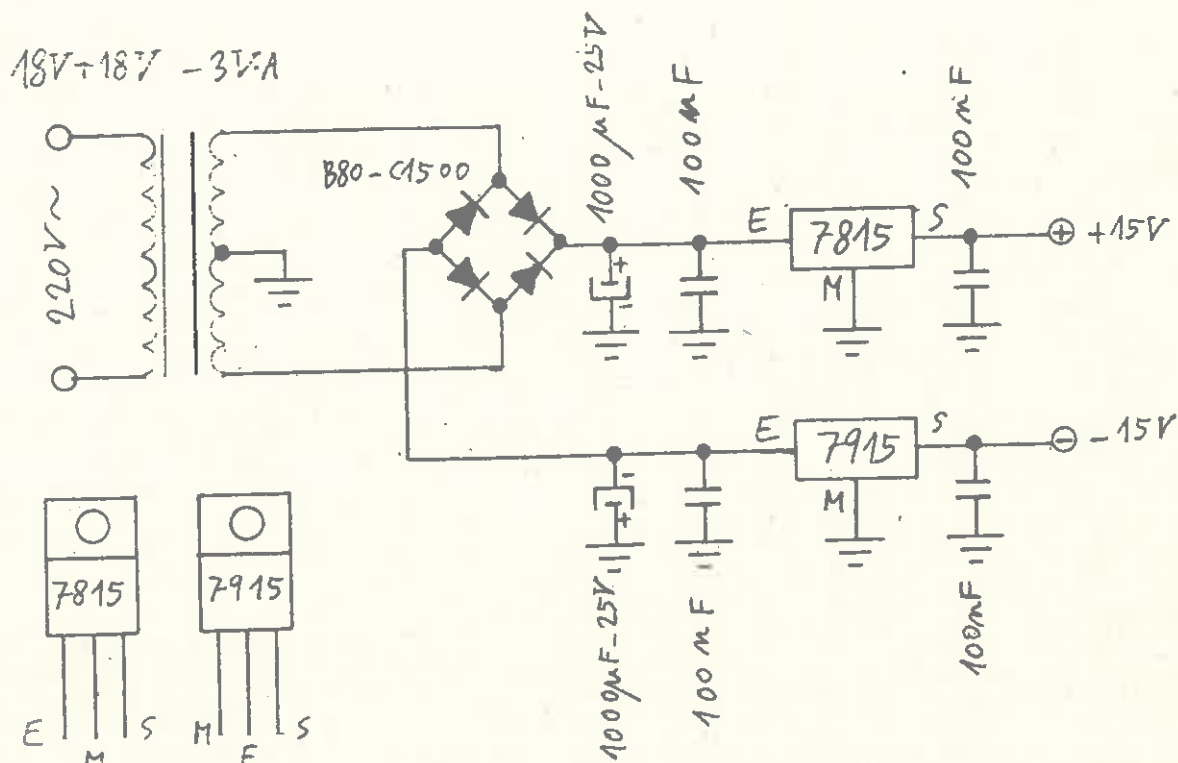


Figura 4

Per ajustar-lo (només ho caldrà fer la primera vegada que s'utilitzi), es connecta la càpsula emissora a la sortida de l'oscil·lador i al canal 1 de l'oscil·loscopi, la càpsula receptora es connecta al canal 2. Es varien simultàniament en el mateix sentit (augmentant o minvant) les dues resistències d'ajust de 5 kΩ per tal de que la càpsula receptora capti un senyal màxim i es varia la resistència d'ajust de 25 kΩ per tal de que el senyal tingui una bona forma sinusoidal (això fa minvar l'amplitud), es repeteixen aquests ajustaments fins que l'amplitud sigui bastant gran i la forma sinusoidal acceptable. La càpsula emissora es podrà deixar soldada al circuit directament o mitjançant un cable coaxial (aquesta possibilitat ofereix més llibertat de moviment).

