

Pràctica 3

MESURA DE DISTÀNCIES AMB ULTRASONS

1. INTRODUCCIÓ

En aquesta pràctica s'utilitzaran dos transductors d'ultrasons, un emissor i un receptor, per mesurar distàncies. Per això s'utilitza la tècnica denominada inpols-eco, que s'il·lustra a la Figura 1. El temps t_1 entre l'emissió dels polsos per l'emissor i la recepció de l'eco pel receptor està relacionat amb la distància que separa els transductors i l'objecte per l'expressió

$$d = \frac{c t_1}{2} \quad (1)$$

a on c és la velocitat del so en el medi de propagació de les ones sonores ($c \approx 343\text{m/s}$ pel cas de l'aire a 25°C).

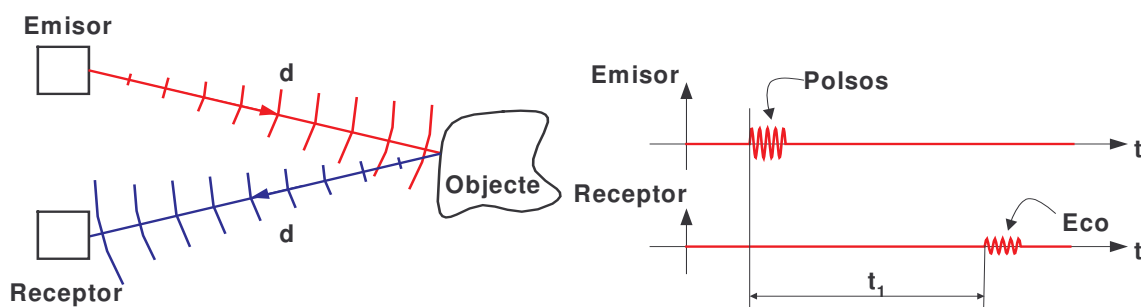


Figura 1.

2. ESQUEMA DEL CIRCUIT COMPLET

La Figura 2 mostra l'esquema complet del circuit que s'ha de montar. Consta dels següents blocs:

- Transductors d'ultrasons: S'utilitzen els models 400ST160 (emissor) i 400SR160 (receptor) del fabricant Prowave. Es tracta de dos transductors d'ultrasons amb una freqüència de ressonància de 40kHz.
- Generador de polsos: genera els polsos de 40kHz que excitaran l'emissor d'ultrasons. Està integrat per un oscil·lador de freqüència ajustable, implementat amb una xarxa RC i portes NAND Schmitt trigger (74HC132).
- Habilitador del generador de polsos. S'encarrega d'habilitar el generador de polsos per tal que aquests s'emetin durant $750\mu\text{s}$, cada 0.7s (aproximadament). Utilitza un NE555 configurat com a oscil·lador astable.
- Excitador del emissor. Un amplificador amb BJT s'encarrega d'amplificar el senyal provenint del generador de polsos per excitar el transductor emissor.

(e) Filtre i amplificador de l'eco. Amplifica i filtra passa-altes el senyal rebut pel receptor d'ultrasons. Es basa en dos operacionals TL071.

(f) Detector d'envolvent. Com el seu nom indica, detecta l'envolvent de l'eco rebut pel receptor, posteriorment al seu filtrat i amplificació.

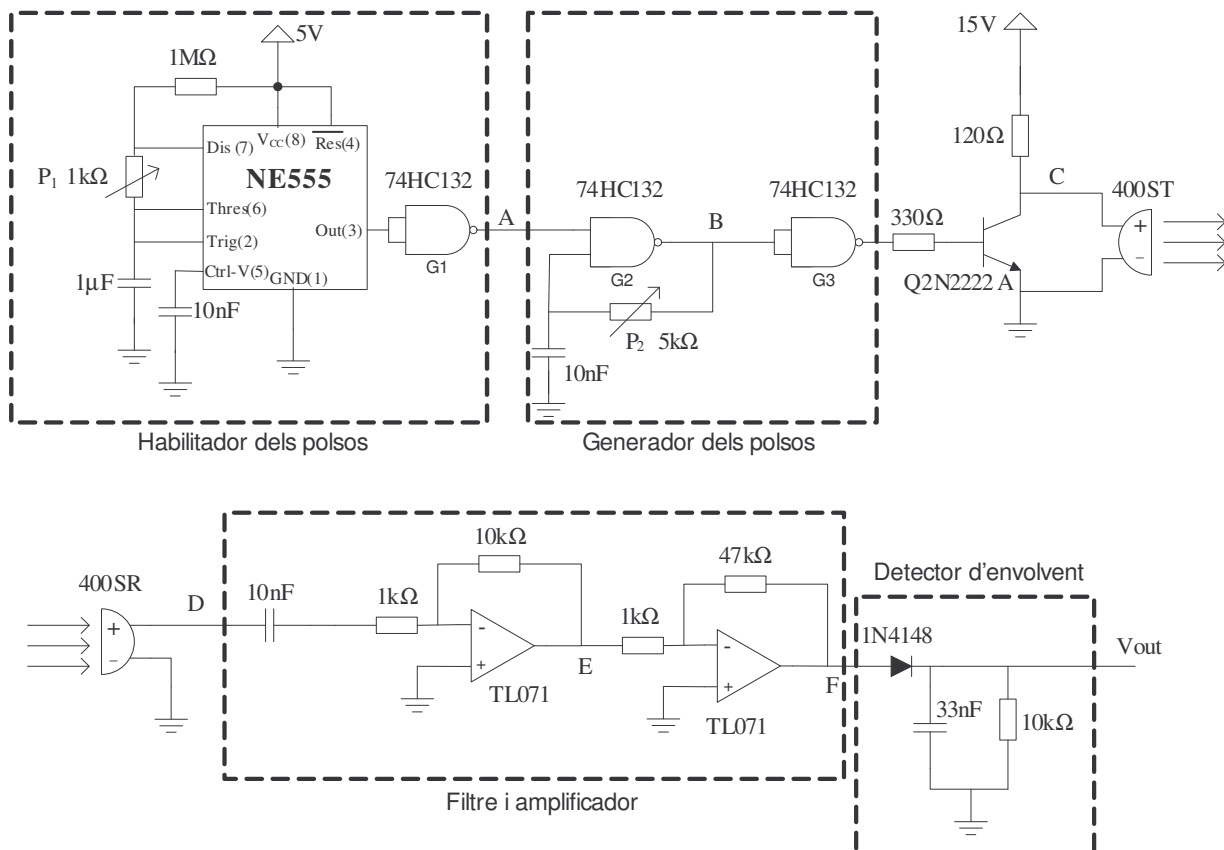


Figura 2.

3. MUNTATGE DE LA PRÀCTICA

Adoptarem l'estratègia de montar el circuit a blocs. Així podrem testejar el seu correcte funcionament per separat, prèviament a la seva interconnexió per obtenir el circuit complert. Notau que el sistema utilitza 3 fonts d'alimentació: +5V pel NE555 i el 74HC132, +15V per l'amplificador amb BJT i l'alimentació positiva dels TL071, i -15V per l'alimentació negativa dels TL071.

3.1. Habilitador del generador de polsos.

Montau l'oscil·lador astable basat en el NE555, tal i com es veu a la Figura 2. Ajustau el potenciòmetre P1 per tal que la sortida de la porta NAND G1 (node A) estigui a nivell alt durant 500μs (utilitzau l'oscil·loscopi per fer aquest ajust). Mesurau el període i amplitud d'aquest senyal.

3.2. Generador de polsos i excitador de l'emissor

Montau el circuit generador de polsos tal i com es mostra a la Figura 2. En comptes de connectar el node A a l'entrada de la porta G2, posau aquesta entrada directament a

+5V. Ajustau el potenciòmetre P2 per tal que la freqüència del senyal B sigui de 40kHz. Mesurau l'amplitud dels senyals B i C, i la freqüència del senyal C.

Ara podeu connectar la sortida de la porta G1 a l'entrada de l'oscil.lador (porta G2), i l'emisor d'ultrasons (400ST160) entre el col·lector del BJT i terra (consultau la Figura 3 per esbrinar la polaritat de l'emisor). Tornau a mesurar el senyal C i comprovau que cada aproximadament 0.7s es generen 20 (± 1) polsos de 40kHz, amb la mateixa amplitud que havíeu mesurat a l'apartat anterior.

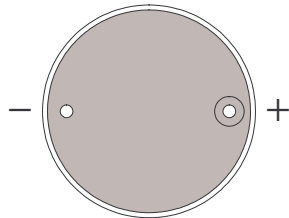


Figura 3. Vista dels transductors des de baix, indicant la seva polaritat.

3.3. Filtre i amplificador de l'eco

Montau el filtre i l'amplificador inversor amb els dos TL071. No hi connecteu encara el detector d'envolvent. En comptes de connectar a la seva entrada el receptor d'ultrasons, utilitzarem el generador de funcions per excitar-lo i comprovar el seu funcionament.

Generau un senyal sinusoïdal de 40kHz, 1V (pic a pic), i offset 250mV. Aplicau l'atenuador de 20dB del generador de funcions, i connetau la seva sortida a l'entrada del filtre (node D). Feis un escombrat de freqüències i mesurau la sortida del filtre passa-altes (node E) per tal de determinar la seva freqüència de tall (f_{-3dB}) i guany a altes freqüències (K).

Aplicau ara l'atenuador de 40dB al generador de funcions, i mesurau la sortida de l'amplificador (node F). Calculau el guany A de l'amplificador a partir de les mesures i comprovau que es correspon amb el teòric.

3.4. Detector d'envolvent

Connectau a la sortida de l'amplificador (node F) el detector d'envolvent. Verificau que si es modifica l'amplitud de la senyal del generador de funcions, la sortida del detector d'envolvent (V_{out}) ens va seguint les pertinents variacions d'amplitud.

Ara podeu connectar el receptor d'ultrason (400SR160, consultau la Figura 3 per esbrinar la polaritat del receptor) en lloc del generador de funcions. Caldrà que orienteu l'emisor i el receptor d'ultrasons en la mateixa direcció i que hi poseu un objecte en front seu (per exemple, una carpeta) a una distància d'uns 40cm.

Observau amb els dos canals de l'oscil·loscopi els polsos generats per l'emisor d'ultrasons (node C) i l'envolvent dels polsos rebuts, després de la seva amplificació i filtrat (V_{out}). Haureu d'ajustar l'escala temporal de l'oscil·loscopi a 500us/div o 1ms/div. Veureu com apareixen dues envoltants a V_{out} . La que dona informació de la distància és la segona. La primera es deu a un acoblament (no desitjat però difícilment evitable) entre els dos transductors que fa que el receptor també rebi els polsos directament de l'emissor, sense que aquests hagin rebotat en l'objecte del qual es vol mesurar la distància.

Mesurau amb els cursors el temps t_1 entre el començament de l'emissió dels polsos i l'inici de l'envolvent. Aplicant l'expressió (1) determinau la distància a la que es troba l'objecte que heu posat davant els transductors. Feis varies proves allunyant i apropant l'objecte.

4. QUESTIONS TEÒRIQUES

1. Calculau el cicle de treball δ del senyal periòdic de sortida del NE555.
2. Comentau si es podria eliminar G1 (connectar directament la sortida del NE555 a G2) si feim que el NE555 generi un senyal amb cicle de treball $1 - \delta$, en comptes de δ .
3. El circuit de recepció presentat utilitza un filtre passa-altes de guany K seguit d'un amplificador de guany A. Comentau si seria viable augmentar el guany del filtre a un valor $K \cdot A$ i així poder prescindir de l'amplificador.
4. Comentau l'efecte que té en el seu funcionament el disminuir o augmentar el valor del condensador del detector d'envolvent.