

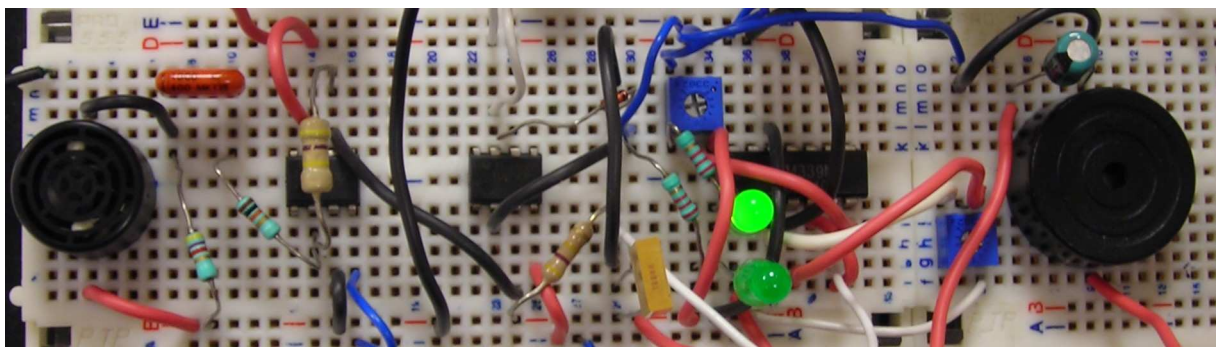
Détecteur d'ultrasons

1- Présentation du projet

Il s'agit d'un détecteur d'ultrasons, dont le maximum de sensibilité est situé à la fréquence de 40 kHz.

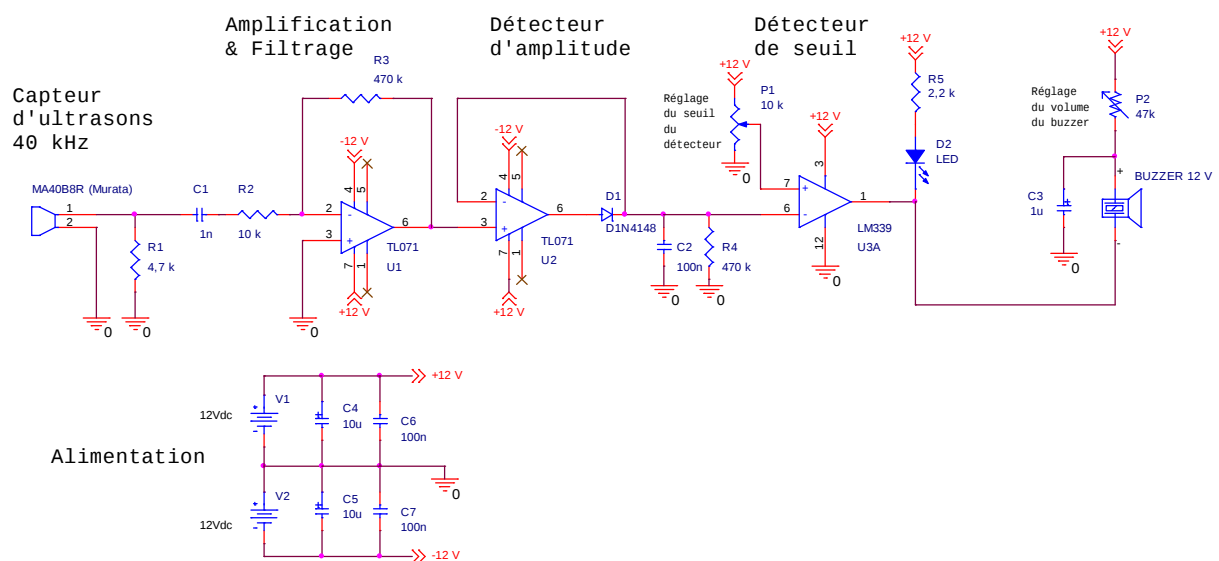
Quand des ultrasons sont détectés, une LED s'allume et un buzzer sonne.
Cela fonctionne très bien en agitant un trousseau de clés ...

Un potentiomètre permet de régler le seuil de détection.



2- Schémas électriques

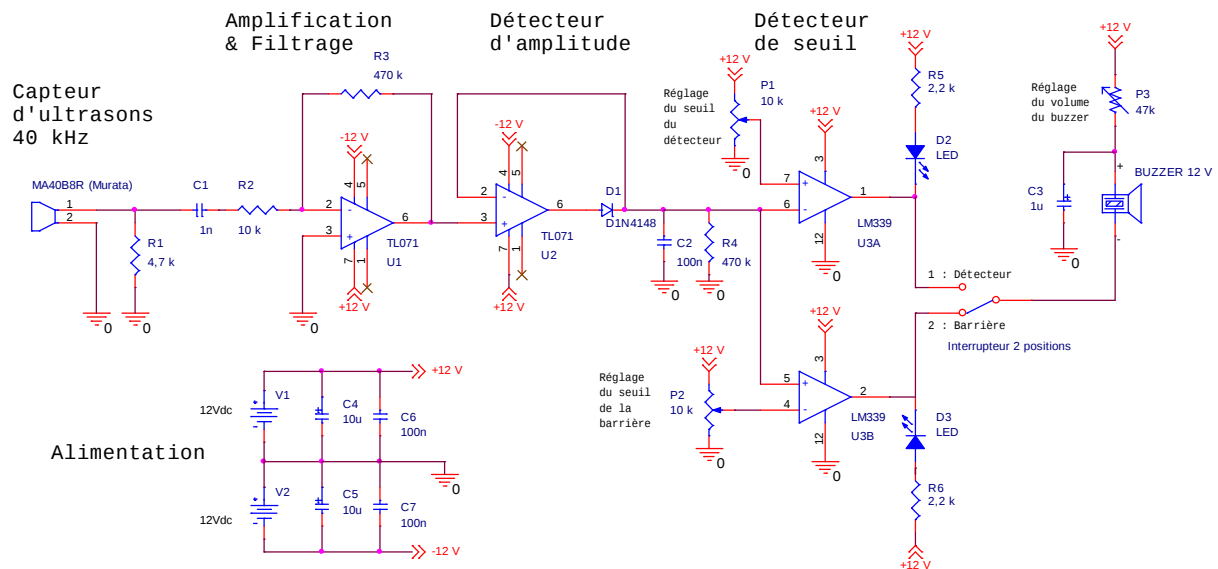
2-1- Schéma de base



2-2- Schéma avec la fonction « barrière à ultrasons »

Un interrupteur permet de basculer de la fonction « détecteur d'ultrasons » à la fonction « barrière à ultrasons ».

La fonction « barrière à ultrasons » est décrite en détail dans le projet du même nom.



3- Le montage

3-1- Le capteur d'ultrasons MA40B8R (Murata)

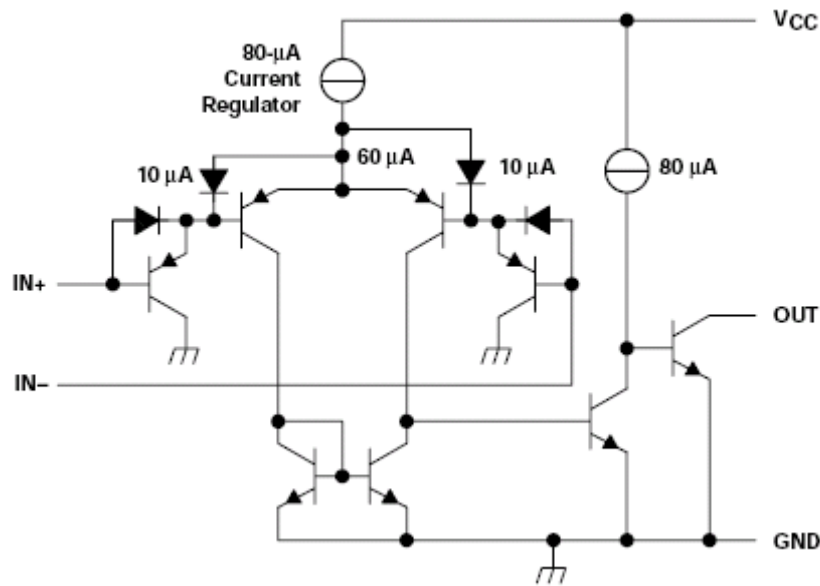
La détection d'ultrasons est basée sur les propriétés piézoélectriques des céramiques. Le maximum de sensibilité se trouve à la fréquence de 40 kHz, ce qui correspond au domaine des ultrasons.

La directivité du capteur est de 50 degrés.

3-2- Le circuit intégré LM339

Le LM339 est un quadruple comparateur à sortie de type collecteur ouvert.

- Schéma interne d'un comparateur



Deux cas se présentent :

- $V_{IN+} < V_{IN-}$ (tension différentielle d'entrée négative)

La sortie est au niveau bas.

La tension de sortie est typiquement de 150 mV (400 mV max.).

Le transistor de sortie est saturé et la sortie consomme un courant (maximum 20 mA).

- $V_{IN+} > V_{IN-}$ (tension différentielle d'entrée positive)

La sortie est au niveau haut.

Le transistor de sortie est bloqué (courant de sortie négligeable, de l'ordre du nanoampère).

3-3- Analyse du fonctionnement

Le capteur d'ultrasons MA40B8R (Murata) génère une tension alternative image des ultrasons reçus :

- L'amplitude augmente avec le niveau acoustique
- La fréquence de cette tension correspond à la fréquence des ultrasons

Le signal du capteur est appliqué à l'entrée d'un filtre passe-haut à amplificateur opérationnel (TL071 ou équivalent).

La fréquence de coupure (à -3dB) est donnée par la relation :

$$f_c = \frac{1}{2\pi R_2 C_1} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9}} \approx 16 \text{ kHz}$$

Au dessus de cette fréquence de coupure, l'amplification en tension du filtre est :

$$|A_v| = \frac{R_3}{R_2} = \frac{470 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} = 47$$

En sortie du filtre, on a donc le signal utile (40 kHz) amplifié et débarrassé de sa composante continue.

Le rôle du détecteur d'amplitude est d'extraire la valeur crête d'une tension alternative. En sortie du détecteur d'amplitude, on obtient donc une tension continue positive qui suit le niveau acoustique des ultrasons.

Le détecteur de seuil est un comparateur simple (LM339).

Quand le niveau acoustique est suffisamment grand (cela dépend du réglage du potentiomètre P_1), la sortie du comparateur est au niveau bas, la LED s'allume et le buzzer est actif.

En l'absence d'ultrasons ou en présence d'ultrasons d'un niveau acoustique trop faible, la sortie du comparateur est au niveau haut, la LED est éteinte et le buzzer est inactif.

On peut ajuster le niveau sonore du buzzer avec un potentiomètre (c'est facultatif : on peut remplacer le potentiomètre par un fil).

4- Liste des composants

Désignation	Quantité
Capteur d'ultrasons MA40B8R (Murata)	1
Amplificateur opérationnel TL071	2
Quadruple comparateur LM339	1
Résistance 4,7 k Ω	1
Résistance 10 k Ω	1
Résistance 470 k Ω	2
Résistance 2,2 k Ω	1
Potentiomètre 10 k Ω	1
Potentiomètre 47 k Ω (facultatif)	1
Buzzer 12 V	1
Diode 1N4148	1
LED	1
Condensateur électrochimique 10 μ F	2
Condensateur électrochimique 1 μ F	1
Condensateur 1 nF	1
Condensateur 100 nF	3

Composants supplémentaires (fonction « barrière à ultrasons ») :

Désignation	Quantité
Potentiomètre 10 k Ω	1
LED	1
Résistance 2,2 k Ω	1
Interrupteur 2 positions	1

On n'oubliera pas les sources de tensions :

- + 12 V continue
- - 12 V continue