

Localisation d'une source sonore par mesure de différences de temps d'arrivée

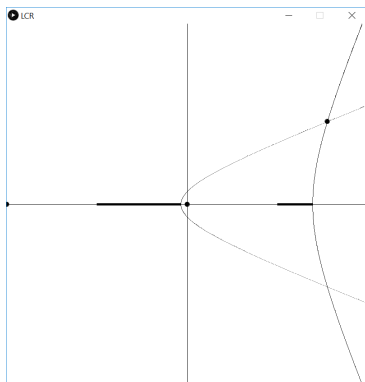
Numéro d'inscription
32625

- ▶ Mise en œuvre, applications de la localisation d'une source d'impulsions acoustiques d'après les différences de temps d'arrivée d'un même signal entre plusieurs récepteurs ?
- ▶ Limites de cette approche ?

- ▶ Source peu étendue, quasi-ponctuelle
- ▶ Air homogène, isotrope, peu dispersif
- ▶ Approximation acoustique
- ▶ Vitesse de groupe du son dans l'air invariante et connue

$$d(S, M_2) - d(S, M_1) = c(t_2 - t_1)$$

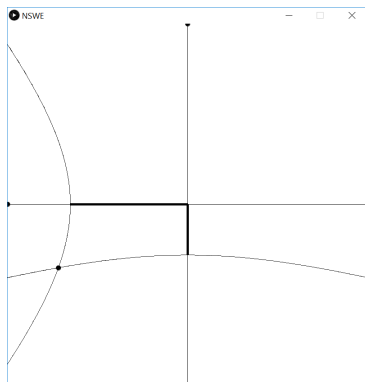
Approche hyperbolique



$$\delta = 1 + 2\alpha^2 \frac{1 - \beta^2}{\beta^2 - \alpha^2}$$

$$x = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 + \alpha^2 \beta^2 - 1}$$

$$y^2 = (1 - \alpha^2) \left(\frac{(x+1)^2}{\alpha^2} - 1 \right)$$



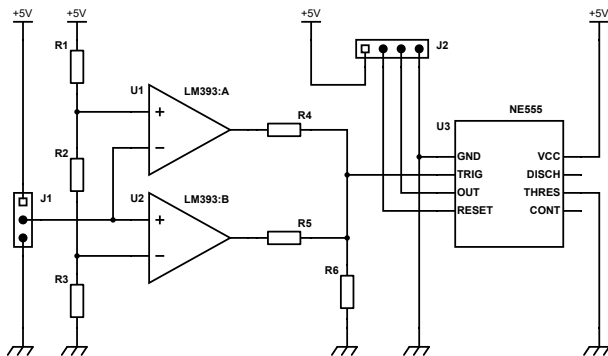
$$\delta = \frac{2\alpha^2 \beta^2}{1 - \alpha^2 - \beta^2}$$

$$x = \alpha \sqrt{1 + \beta^2 + \delta}$$

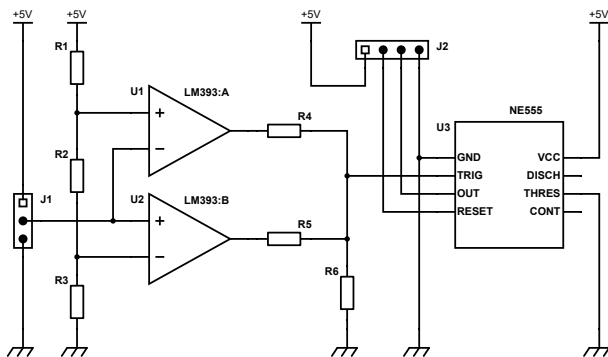
$$y = \beta \sqrt{1 + \alpha^2 + \delta}$$

- ▶ Dessin du typon
- ▶ Impression sur transparent
- ▶ Insolation d'une plaque (UV)
- ▶ Révélation (soude)
- ▶ Gravure (perchlorure de fer)
- ▶ Perçage
- ▶ Soudure

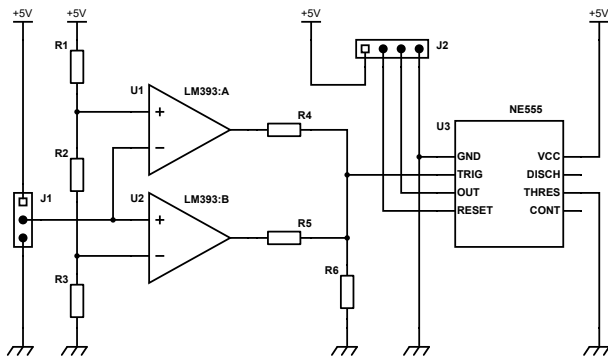




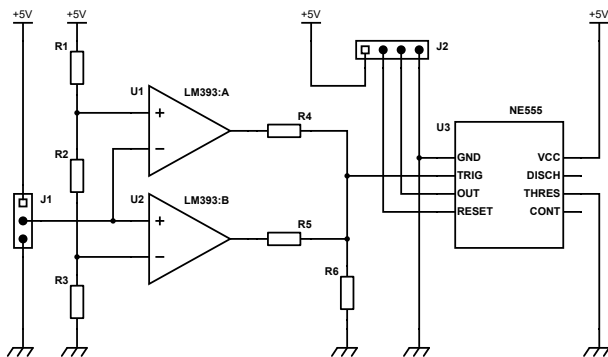
- ▶ Microphone à électret amplifié



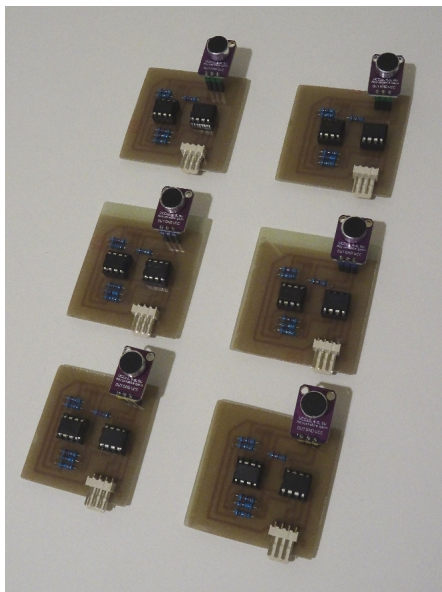
- ▶ Microphone à électret amplifié
- ▶ Comparateur à fenêtre
 - Diviseur de tension
 - Double comparateur



- ▶ Microphone à électret amplifié
- ▶ Comparateur à fenêtre
 - Diviseur de tension
 - Double comparateur
- ▶ Mélangeur



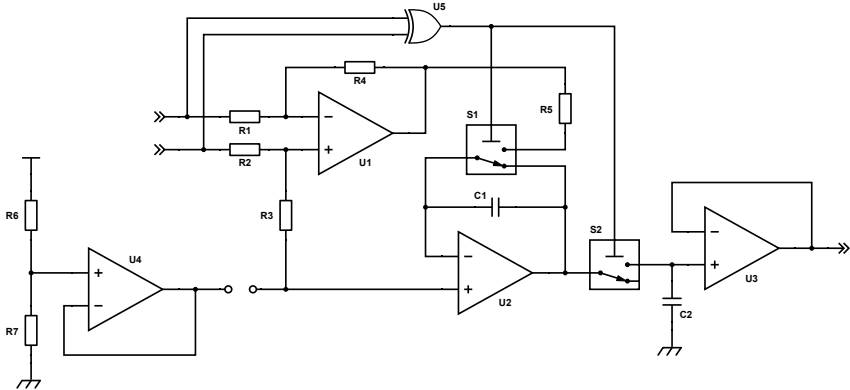
- ▶ Microphone à électret amplifié
- ▶ Comparateur à fenêtre
 - Diviseur de tension
 - Double comparateur
- ▶ Mélangeur
- ▶ Bistable asynchrone RS



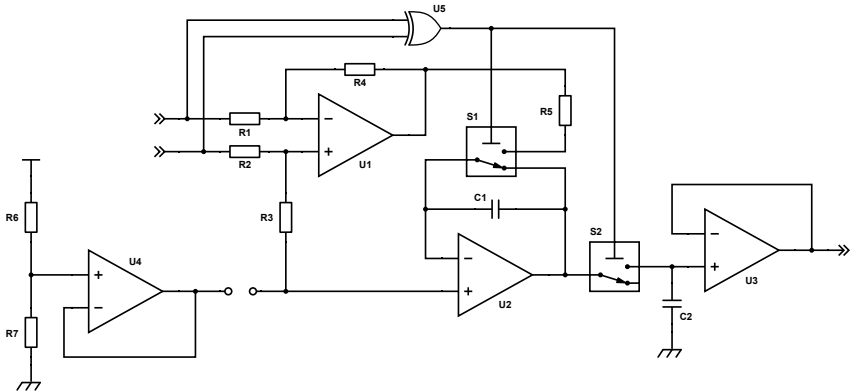
- ▶ Torsion
- ▶ Sertissage des connecteurs

Longueur 1 m \iff 2,9 ms

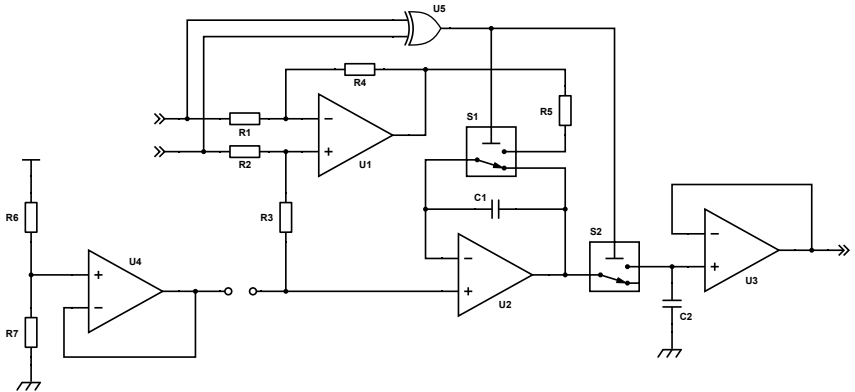




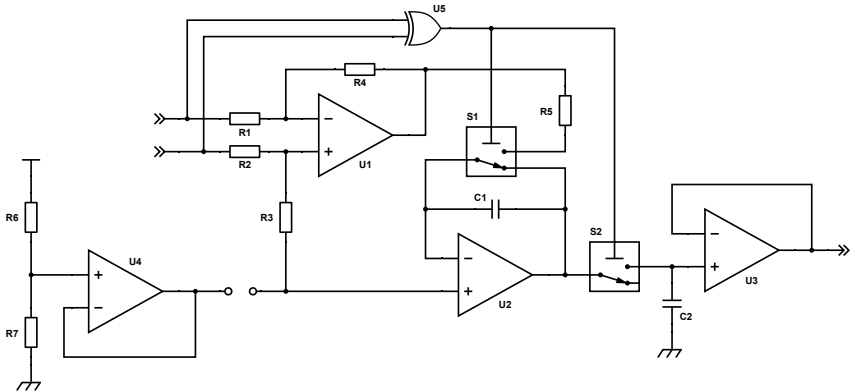
► Masse virtuelle



- ▶ Masse virtuelle
- ▶ Soustracteur

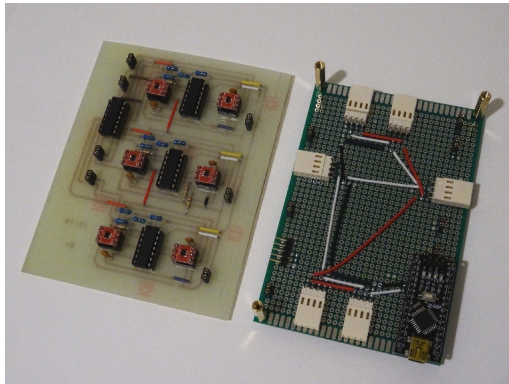
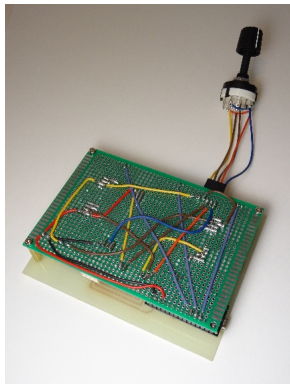


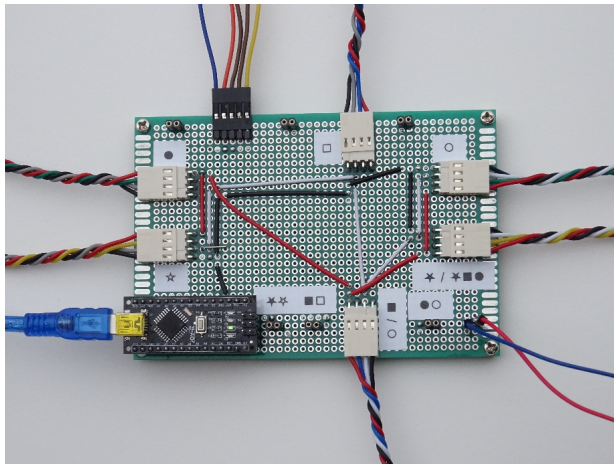
- ▶ Masse virtuelle
- ▶ Soustracteur
- ▶ Intégrateur commandé
- ▶ Échantillonneur-bloqueur



- ▶ Masse virtuelle
- ▶ Soustracteur
- ▶ Intégrateur commandé
- ▶ Échantillonneur-bloqueur
- ▶ Porte logique « ou exclusif »

Des échelons aux différences de temps d'arrivée 10/15

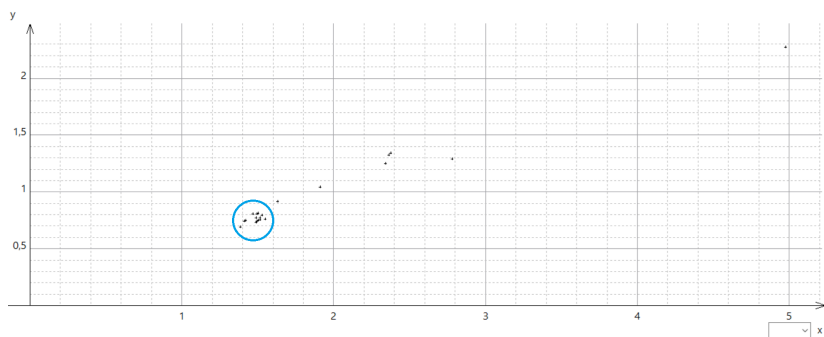




```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    curr |= PIND & conf; // reads Arduino pins 2 to 7  
  
    if (curr != prev) { // if the reading changed  
        us = micros();  
  
        // bitwise difference between prev and curr  
        diff = curr ^ prev;  
        prev = curr;  
  
        // tdoa_a = t3 - t2  
        if (diff & B00001000) tdoa_a += us;  
        if (diff & B00000100) tdoa_a -= us;  
  
        if (curr == conf) {  
            delta_a = v * tdoa_a;  
  
            Serial.print(round(delta_a));  
        }  
    }  
}
```

Conditions

- ▶ $(114,2 \pm 0,5)$ cm entre les microphones d'une même paire
- ▶ Source \varnothing 5 cm en $(1,50 ; 0,75)$
- ▶ 32 mesures



2/3 des points : disque \varnothing 12 cm

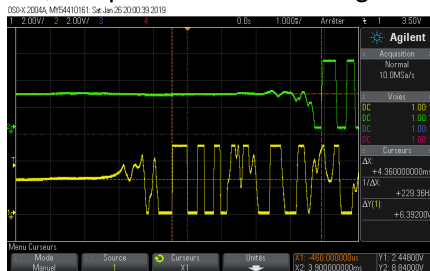
≥ 30 cycles/s

- ▶ Paire émetteur-récepteur étalon
Mesure de la célérité du son dans l'air

- ▶ Paire émetteur-récepteur étalon
Mesure de la célérité du son dans l'air
- ▶ Non-linéarité contre échec asymptotique
 - **Avantage** : gain de précision loin du réseau
 - **Inconvénient** : mise en œuvre complexe

- ▶ Paire émetteur-récepteur étalon
Mesure de la célérité du son dans l'air
- ▶ Non-linéarité contre échec asymptotique
 - **Avantage** : gain de précision loin du réseau
 - **Inconvénient** : mise en œuvre complexe
- ▶ Sensibilité
 - **Filtre passe-haut** : bruit environnant
 - **Résistance variable** : fenêtre d'intensité sonore

- ▶ Paire émetteur-récepteur étalon
Mesure de la célérité du son dans l'air
- ▶ Non-linéarité contre échec asymptotique
 - **Avantage** : gain de précision loin du réseau
 - **Inconvénient** : mise en œuvre complexe
- ▶ Sensibilité
 - **Filtre passe-haut** : bruit environnant
 - **Résistance variable** : fenêtre d'intensité sonore
- ▶ Déclenchement, temps de montée du signal



- ▶ Sources d'incertitudes
 - Déclenchement, temps de montée du signal
 - Taille de la source
 - Fréquence du quartz de l'Arduino (16 MHz)

- ▶ Sources d'incertitudes
 - Déclenchement, temps de montée du signal
 - Taille de la source
 - Fréquence du quartz de l'Arduino (16 MHz)
- ▶ Localisation par différences de niveau d'arrivée

$$I \propto \frac{1}{d^2}$$

- ▶ Sources d'incertitudes
 - Déclenchement, temps de montée du signal
 - Taille de la source
 - Fréquence du quartz de l'Arduino (16 MHz)
- ▶ Localisation par différences de niveau d'arrivée

$$I \propto \frac{1}{d^2}$$

- ▶ Applications
 - Secteur militaire (contre-*sniping*)
 - Interface homme-machine en domotique
 - Tableau numérique interactif
 - Batterie électronique continue