



# LVDT Project - LVDeter

Electronics for Biomedical  
Engineering

DE BARROS ARAUJO Hugo  
BOQUET Romain  
BORGES GUERRA Ana Julia  
LELEU Raphaël  
STAUB-MILANTS Mélissandre

# Sommaire

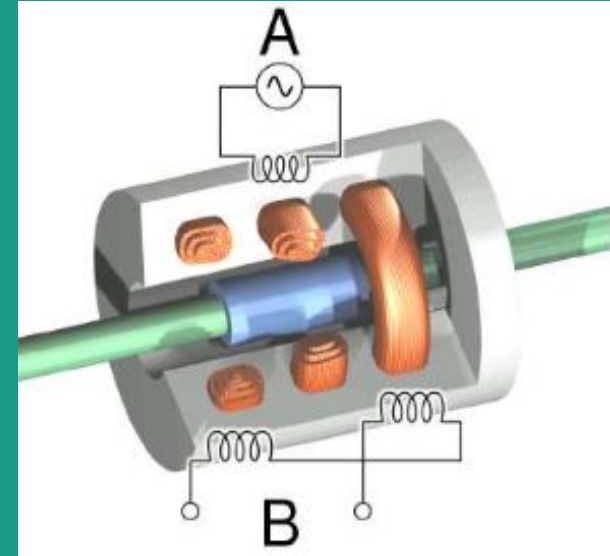
---

1. Contexte
2. Caractérisation du LVDT
3. Schéma général du montage
4. Test blocs par blocs (LTSpice + Expérience)
5. Test complet
6. Conclusion

# 1. Contexte

---

- Utilisé pour effectuer plusieurs mesures;
- Remarquable sensibilité, linéarité sur une large gamme et bonne durabilité;
- Par contre, performance peut être influencée par quelques paramètres.



Sources:

S. C. Saxena et S. B. L. Seksena (1989), doi: 10.1109/19.32186

<https://www.omega.fr/prodinfo/capteur-lvdt>

# 1. Contexte

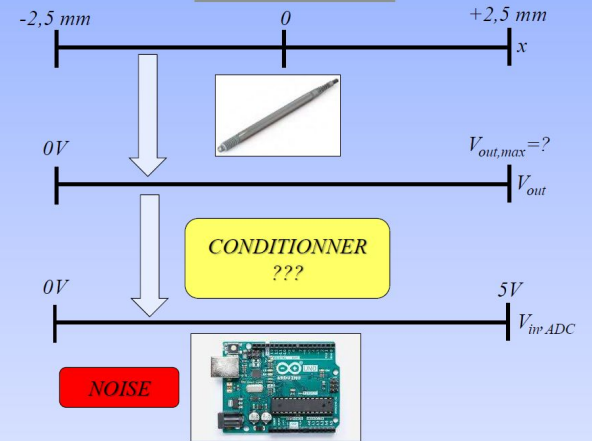
## OBJECTIVE



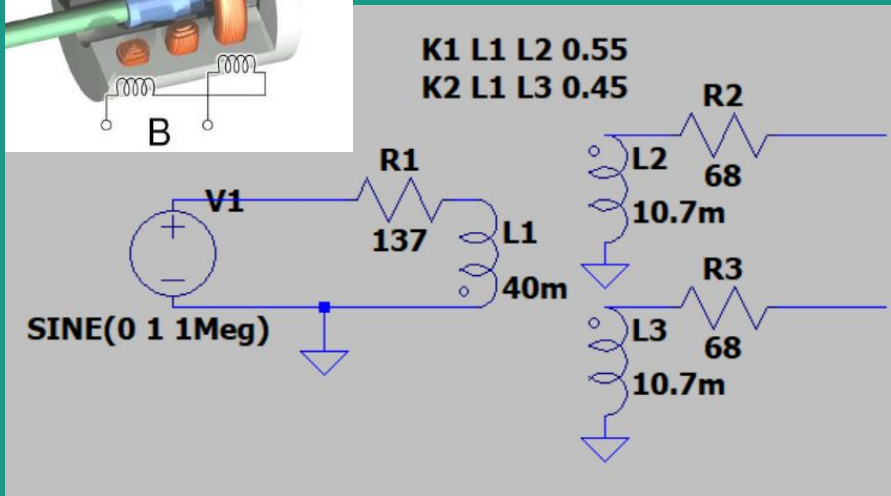
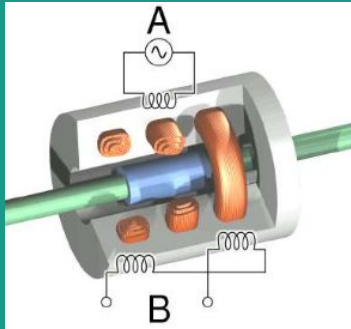
*CONDITIONNER*  
*???*

**ARDUINO  
ADC**

*Measure linear displacement  
from -2,5 to +2,5mm  
with a 10  $\mu\text{m}$  accuracy*



## 2. Caractérisation du LVDT



Mesure des résistances des enroulements :

- $R1 = 137 \Omega$
- $R2 = 68 \Omega$
- $R3 = 68 \Omega$

$$L = R / F_c 2\pi$$

Mesure des inductances des enroulements :

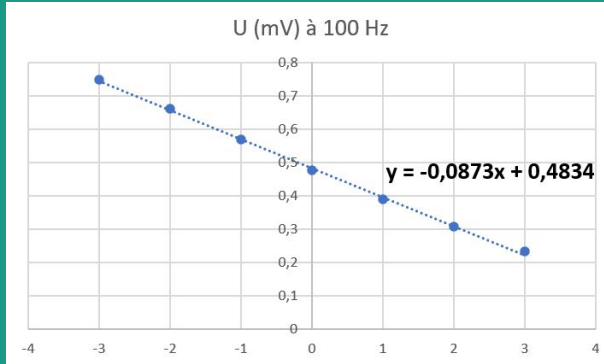
- $L1 = 40 \text{ mH}$  ( $F_c = 740 \text{ Hz}$ )
- $L2 = L3 = 10.7 \text{ mH}$  ( $F_c = 700 \text{ Hz}$ )

Modélisation du LVDT

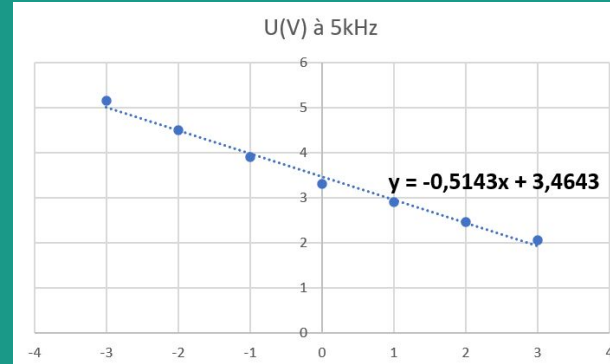
# 2. Caractérisation du LVDT

\_\_\_\_\_ Dédution de la relation entre le coefficient K et le déplacement x

1.



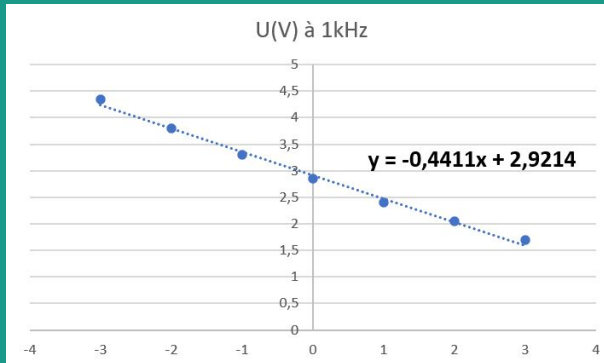
3.



Mesure de la sensibilité :

- 100Hz → 87 mV/mm
- 1kHz → 441 mV/mm
- 5kHz → 514 mV/mm

2.

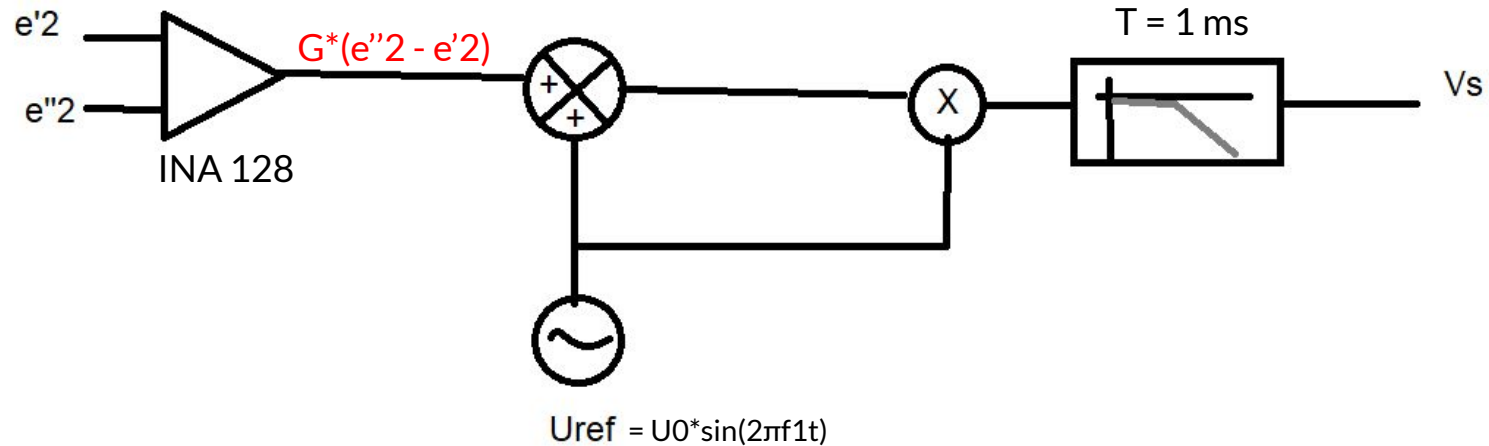


$$e'_2 - e''_2 = -j\omega \frac{M'(x) - M''(x)}{R_1 + j\omega L_1} e_1 \quad K$$

$$= j\omega \frac{2ax}{R_1 + j\omega L_1} e_1 \underset{\omega \gg R_1/L_1}{\cong} \frac{2ae_1}{L_1} x$$

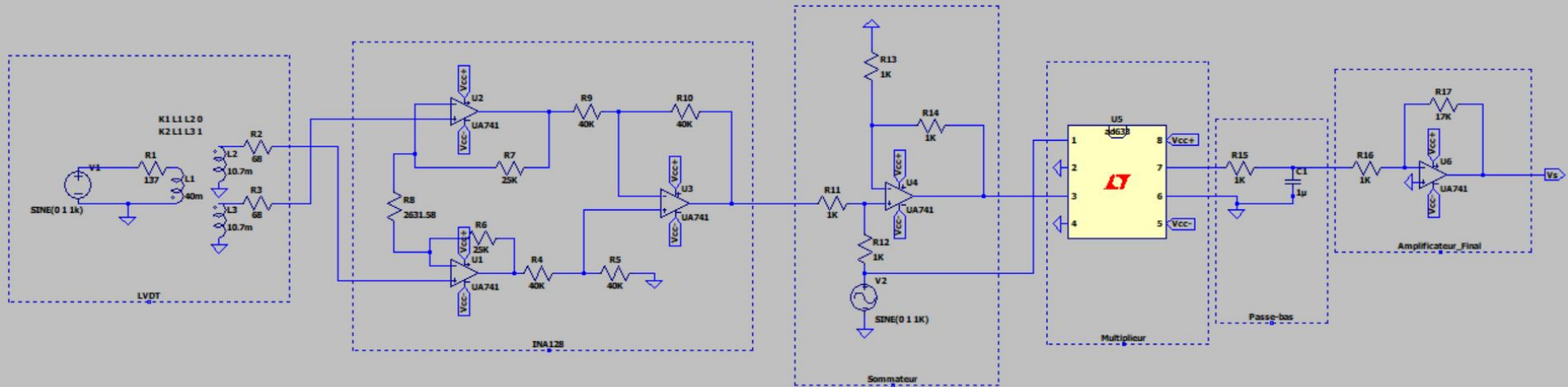
À 1 kHz,  
**K = -0.44**  
**V/mm**

### 3. Schéma général du montage



# 3. Schéma général du montage

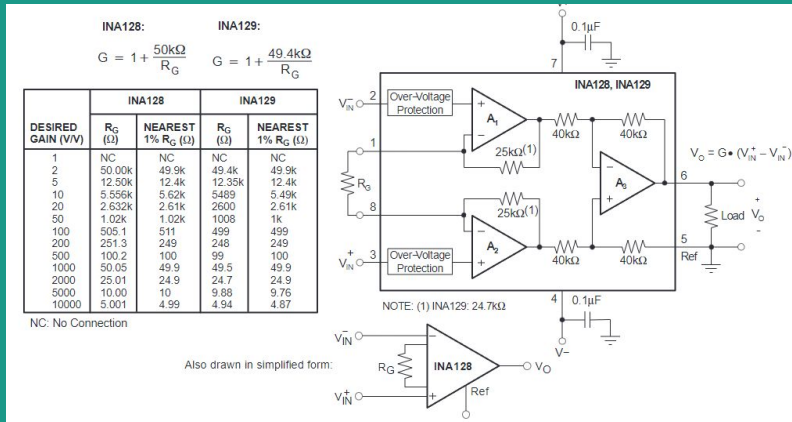
Circuit complet



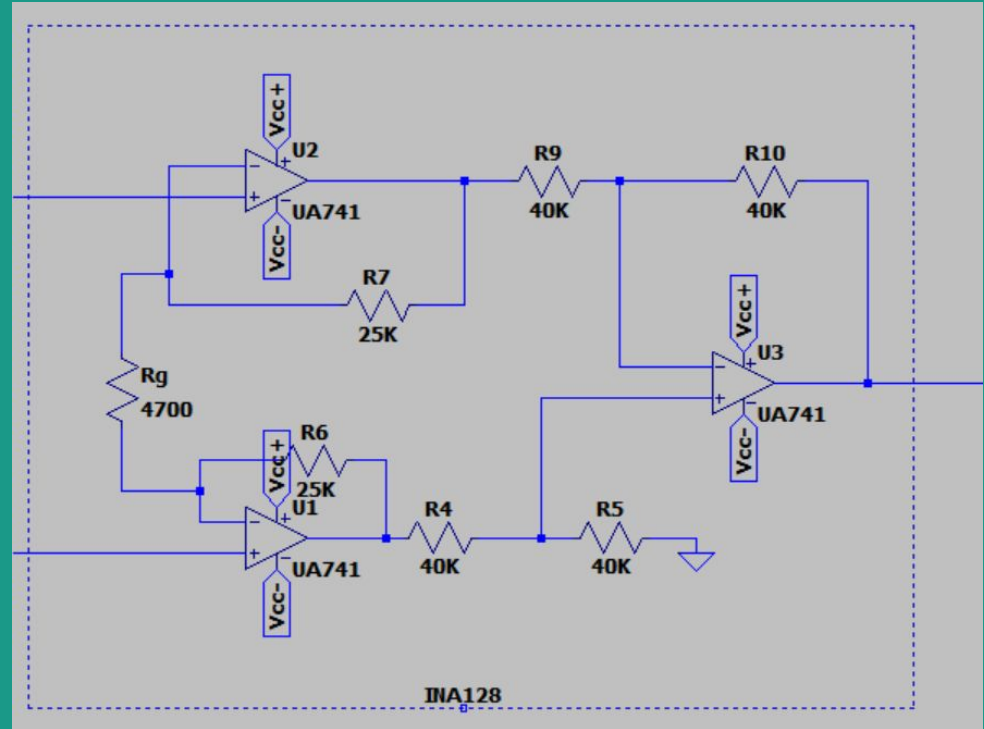


# 4. Test blocs par blocs : ina 128

- Simulation

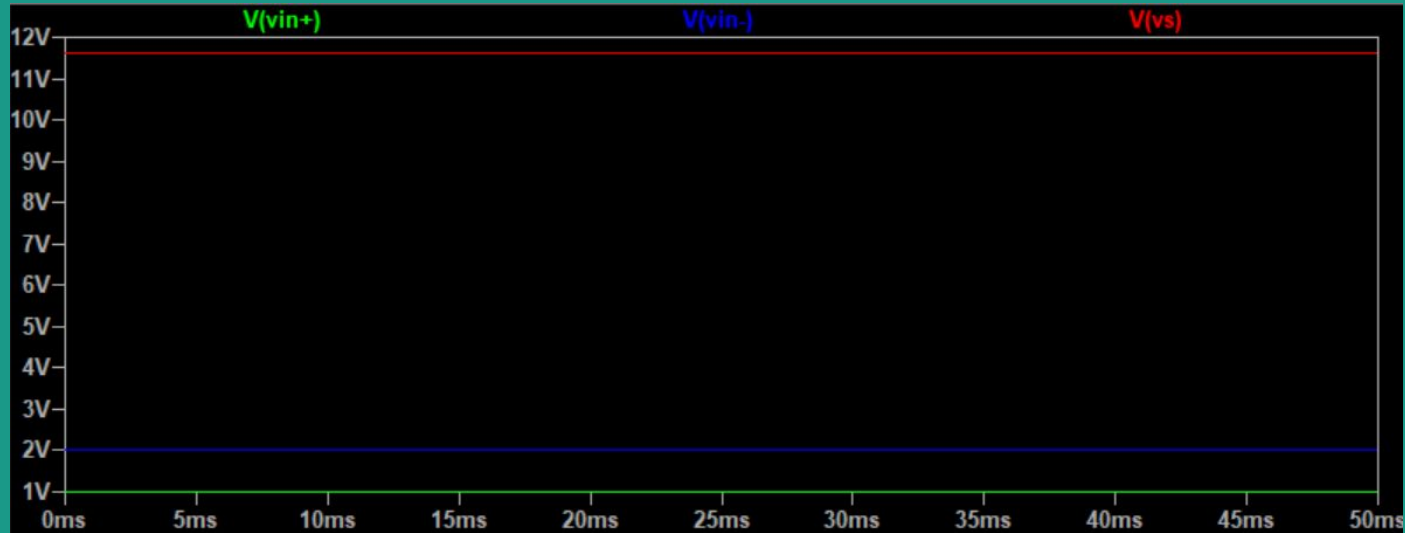


On prend  $R_g = 4700 \Omega$   
Gain théorique: 11.7



## 4. Test blocs par blocs : ina 128

---

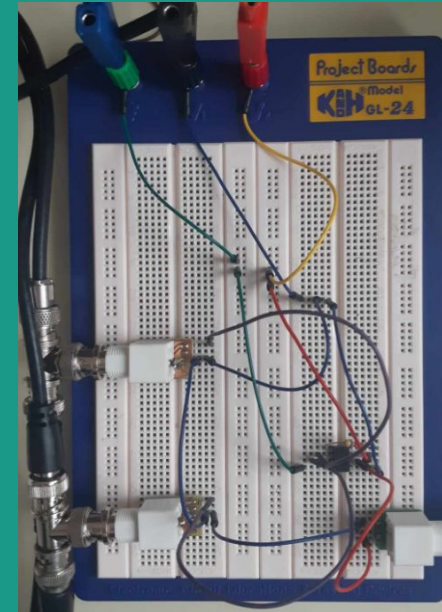
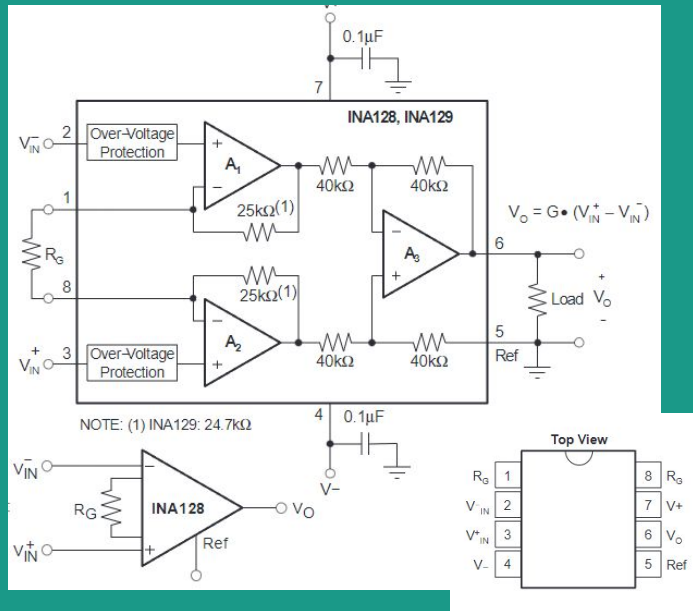


$$R_g = 4700 \Rightarrow G = 11.7$$

$$V_s = G \cdot (v_{in-} - v_{in+}) = 11.7 \text{ V}$$

# 4. Test blocs par blocs : ina 128

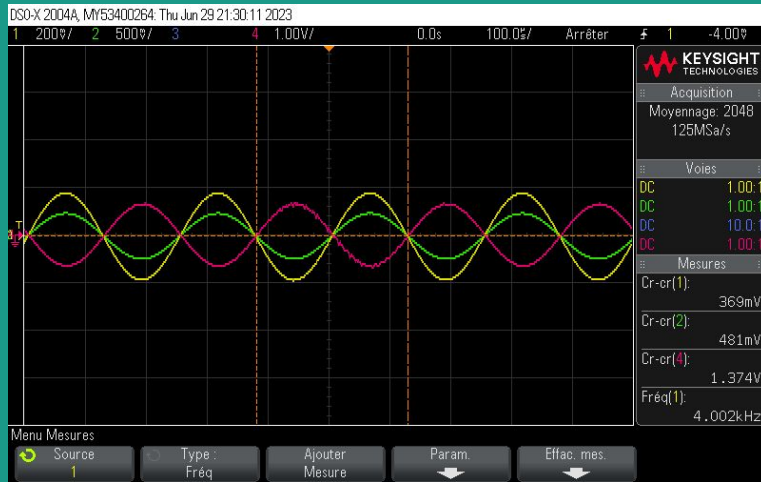
- Vérification expérimentale



# 4. Test blocs par blocs: ina 128

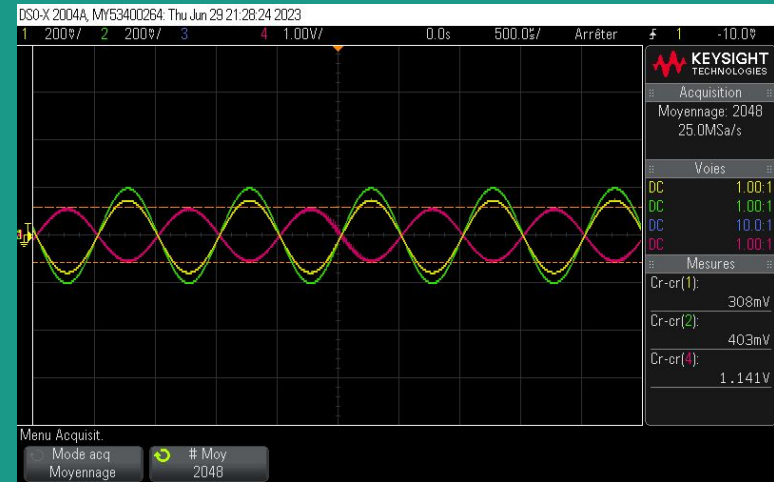
On prend  $R_g = 4700 \Omega$   
Gain théorique:  $G = 11.7$

- Vérification expérimentale



$$V_{s, th} = G \cdot (e''^2 - e'^2) = 11.7 \cdot (0.481 - 0.369) = 1.31 \text{ V}$$

$$V_s = 1.37 \text{ V}$$

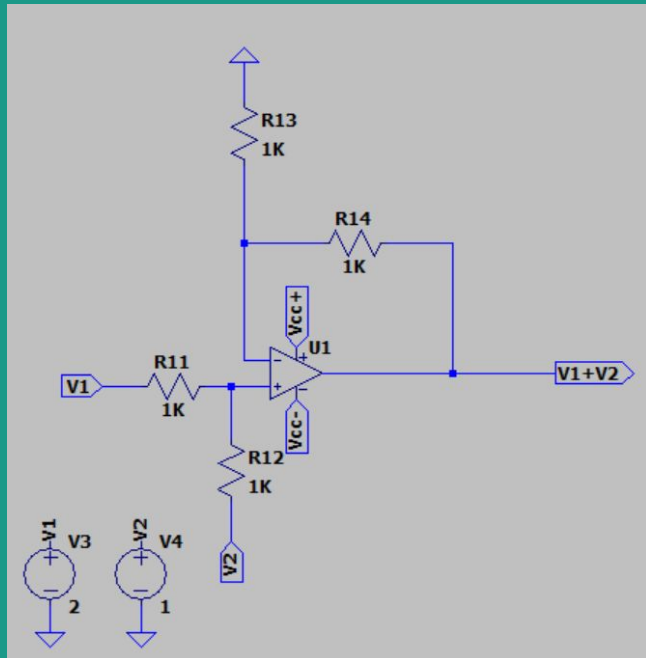


$$V_{s, th} = G \cdot (e''^2 - e'^2) = 11.7 \cdot (0.403 - 0.308) = 1.11 \text{ V}$$

$$V_s = 1.14 \text{ V}$$

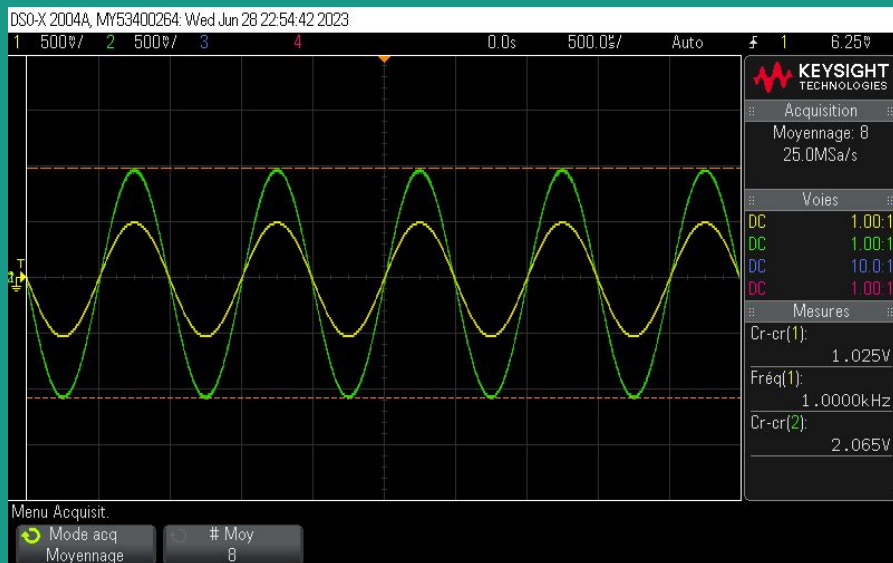
# 4. Test blocs par blocs : Sommateur

- Simulation

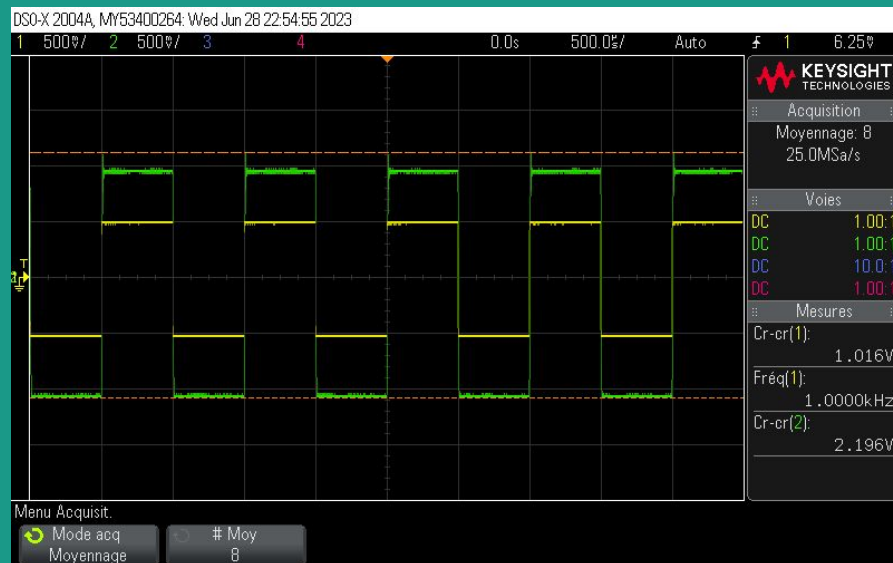


# 4. Test blocs par blocs : Sommateur

- Vérification expérimentale



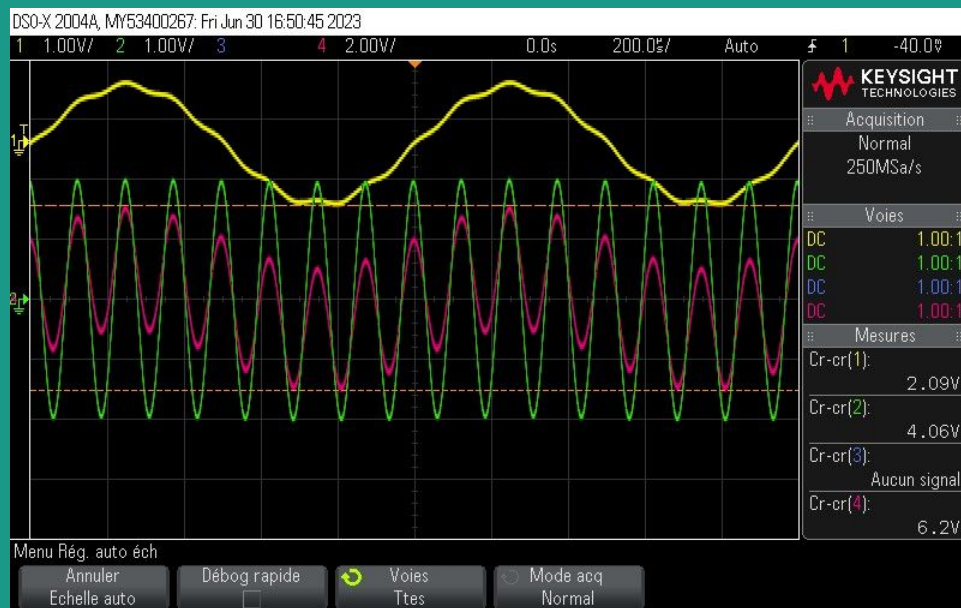
Somme d'un signal sinusoïdal 1 V avec lui même



Somme d'un signal carré 1 V avec lui même

# 4. Test blocs par blocs : Sommateur

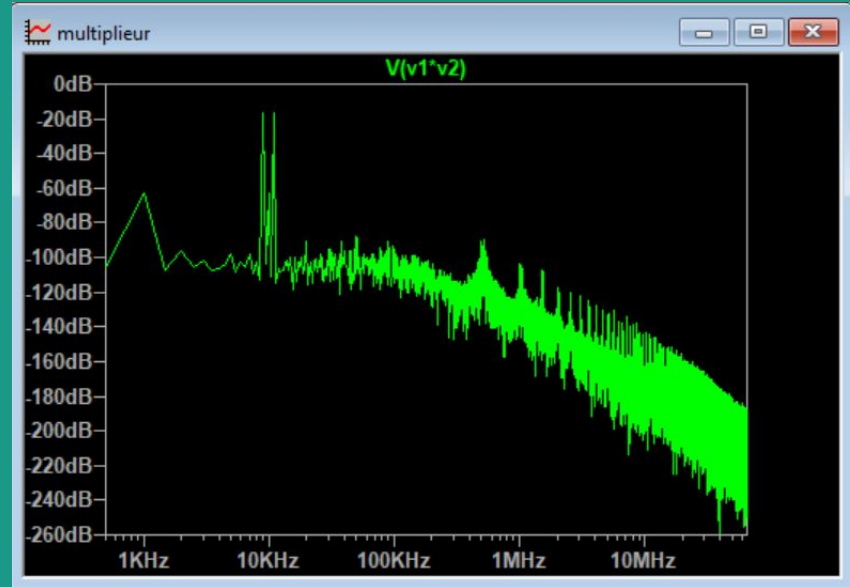
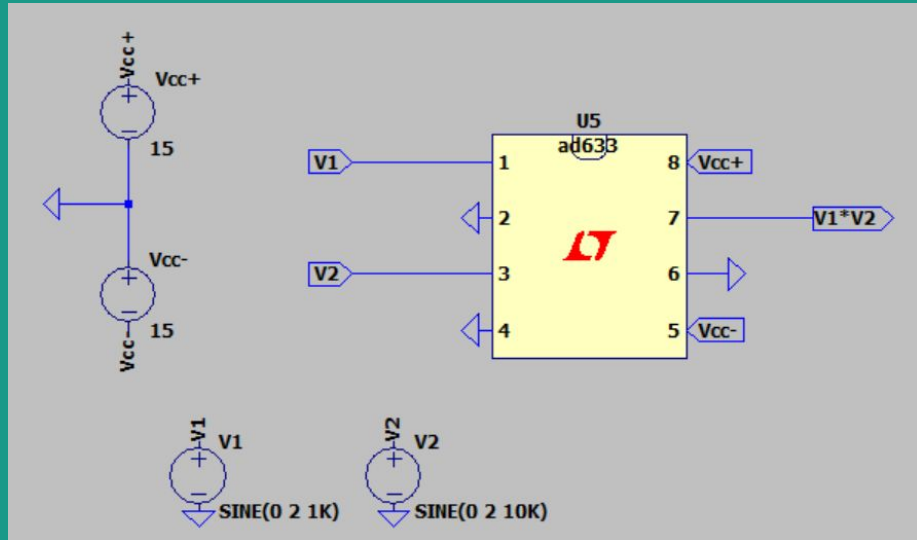
- Vérification expérimentale



Somme de 2 signaux sinusoïdaux différents

# 4. Test blocs par blocs : Multiplieur

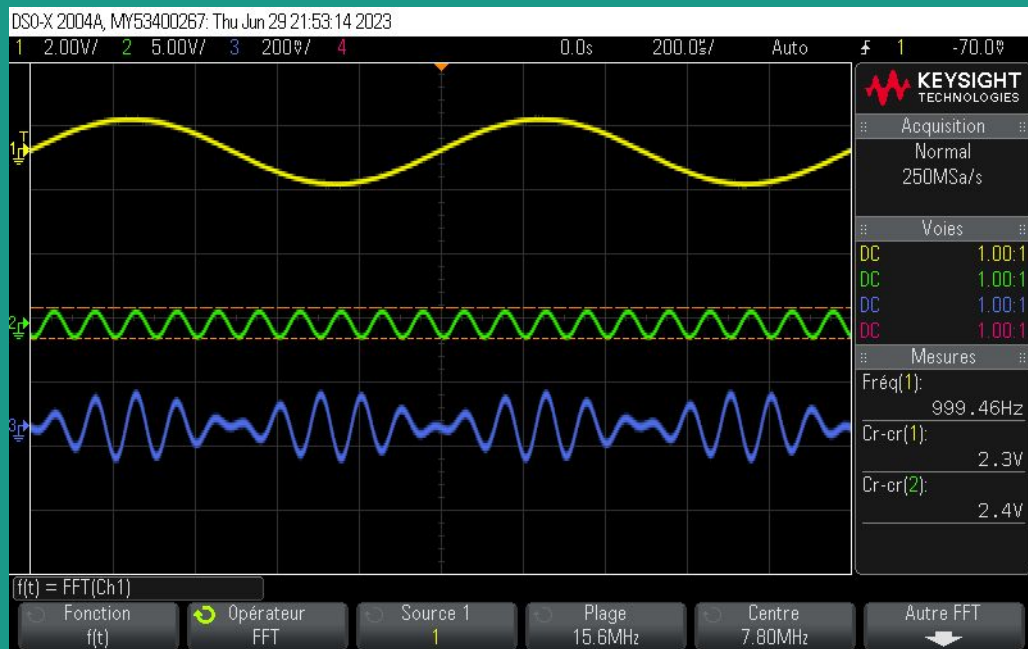
- Simulation





# 4. Test blocs par blocs : Multiplieur

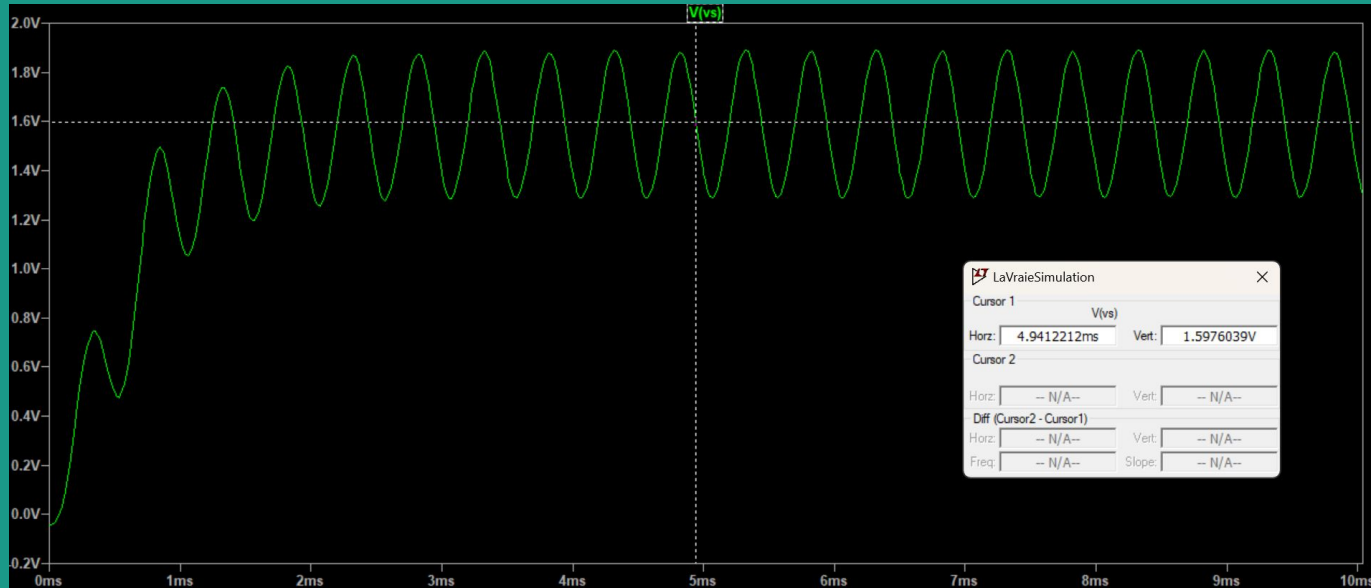
- Vérification expérimentale



Multiplication de deux signaux sinusoïdaux :  
 $f_1 = 1\text{kHz}$ ,  $f_2 = 10\text{kHz}$

# 5. Test complet

- Simulation



Paramètres :

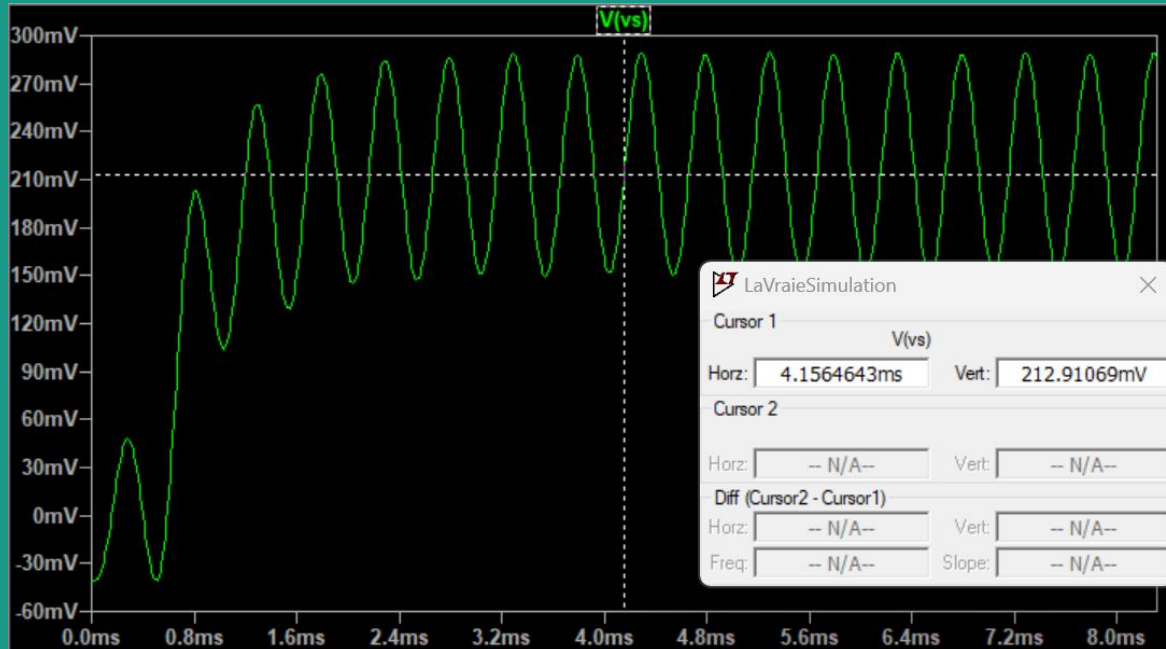
$f=1\text{kHz}$

$M1 = 0.8$

$M2 = 0.2$

# 5. Test complet

- Simulation



Paramètres :

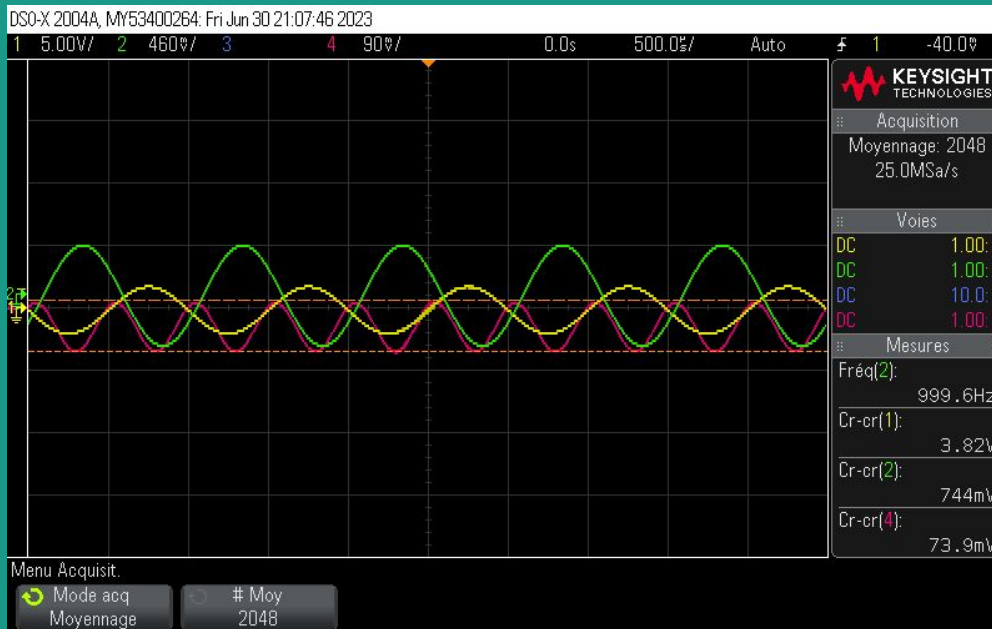
$f = 1\text{kHz}$

$M1 = 0.6$

$M2 = 0.4$

# 5. Test complet

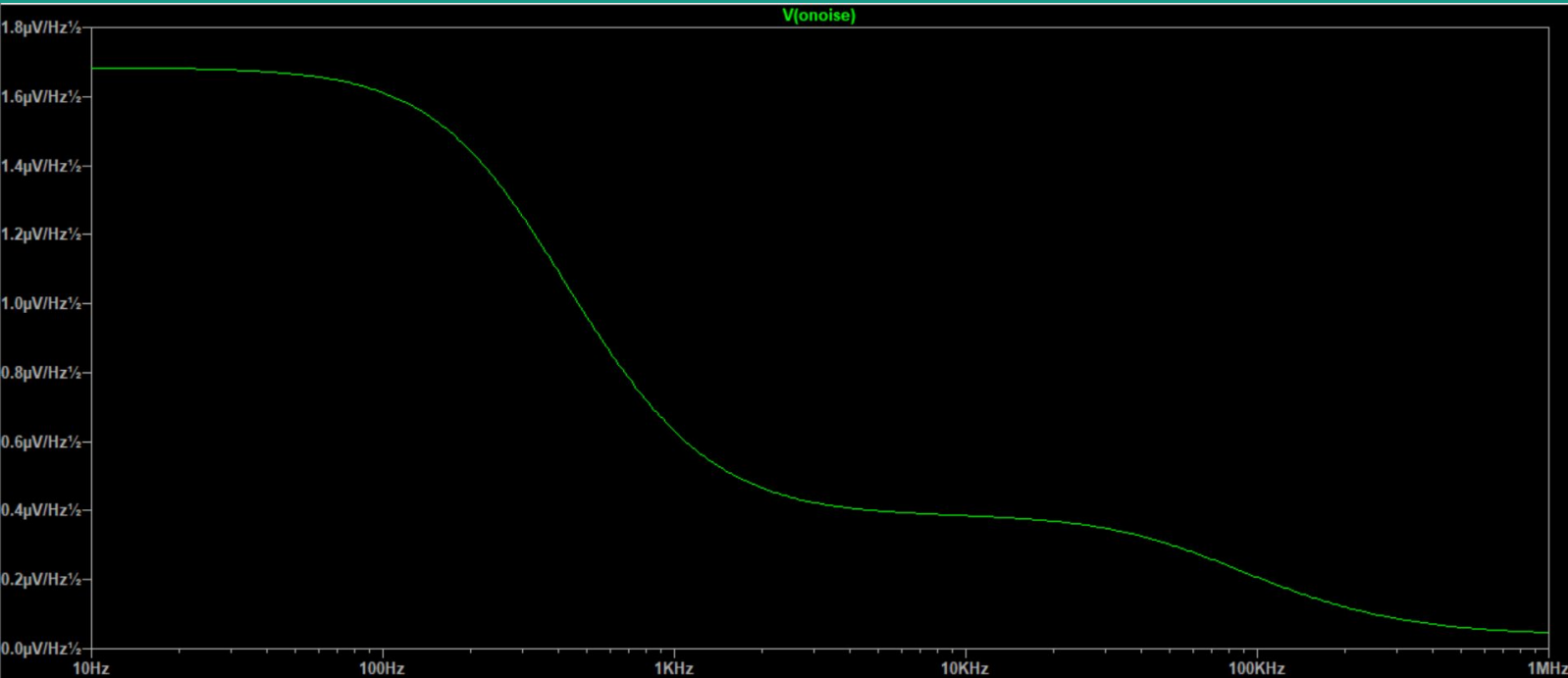
- Vérification expérimentale (INA 128 - sommateur - multiplieur)



Signal 1 : sortie du sommateur  
Signal 2 :  $U_{ref} = U_0 \cdot \sin(2\pi f_1 t)$  avec  
 $U_0 = 1V$  crête à crête;  
 $F_1 = 1\text{ kHz}$

# 5. Test complet

---



Paramètres :

$f = 1\text{kHz}$

$M1 = 0.6$

$M2 = 0.4$

## 6. Conclusion

---

- Ajout pour la vérification expérimentale du filtre RC, de l'amplificateur final et d'une adaptation du signal pour l'envoyer à l'ARDUINO
- Corrélation signal électrique - déplacement
- Mise en place d'une détection synchrone pour contrer le bruit

## 7. Des questions?

---



Bonnes vacances ;)