

Simulation du capteur avec LtSpice

Dans ce projet, nous utilisons un capteur de conductance très faible de l'ordre de la dizaine de nS et qui est alimenté d'une tension continue de 5V pour une variation de résistance entre 20M et 500M ohm très supérieure à l'impédance de l'Arduino. Ainsi, afin d'extraire l'information utile du capteur on amplifie le signal avec un montage amplificateur trans-impédance représenté ci-dessus :

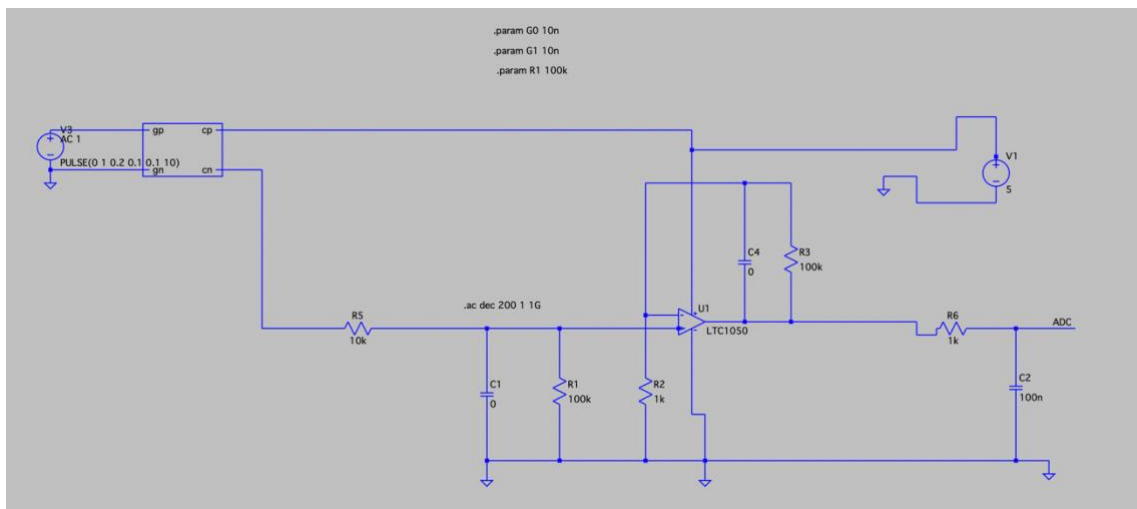


Figure 1: Montage Amplificateur Trans-impédance

En rajoutant une source de bruit à 50Hz, le montage permet à la fois d'amplifier et filtrer le signal grâce à 3 filtres en tension et un filtre en courant :

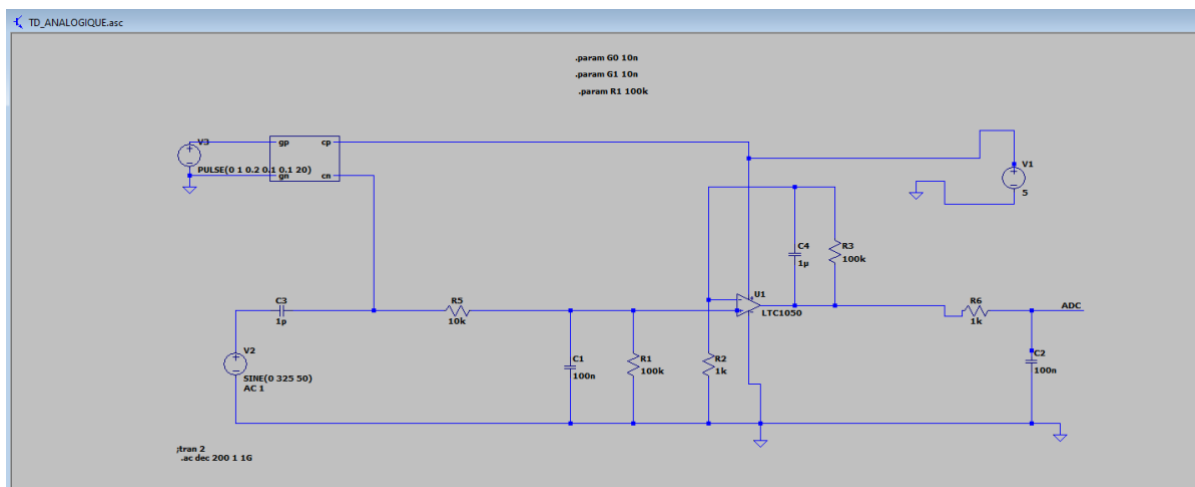
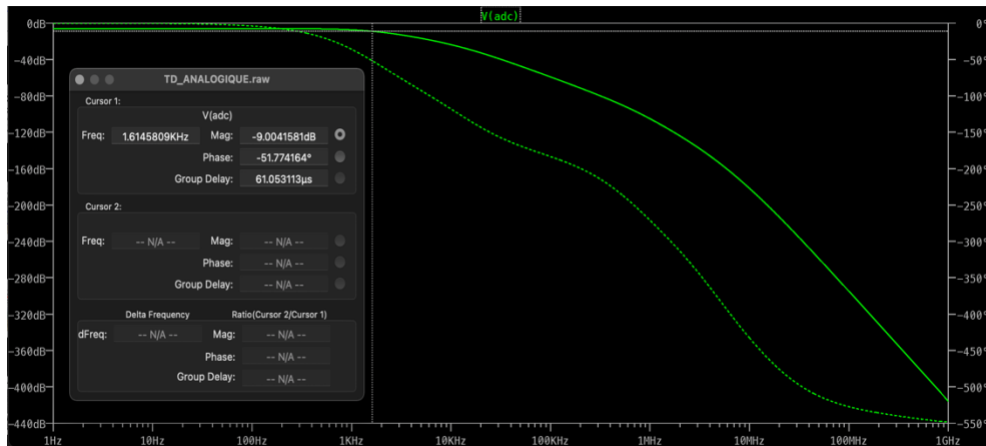


Figure 2: Montage Amplificateur Trans-impédance avec bruit de 50 Hz

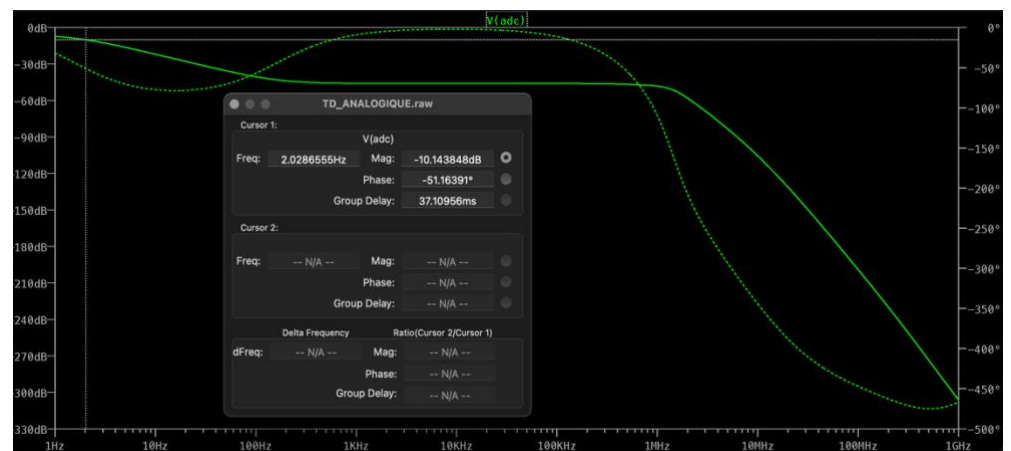
- **R₅** en entrée protège l'AOP contre les décharges électrostatiques et forme avec **C₁** un **filtre pour les bruits en tension**.
- **C₁** avec **R₁** forme un **filtre pour le bruit en courant**.
- **C₄** avec **R₃** forme un **filtre actif**.
- **C₂** avec **R₆** forme le **filtre de sortie**.
- **C₃** filtre **le bruit d'alimentation**.

À l'aide d'une simulation on retrouve les fréquences de coupure de chaque filtre :

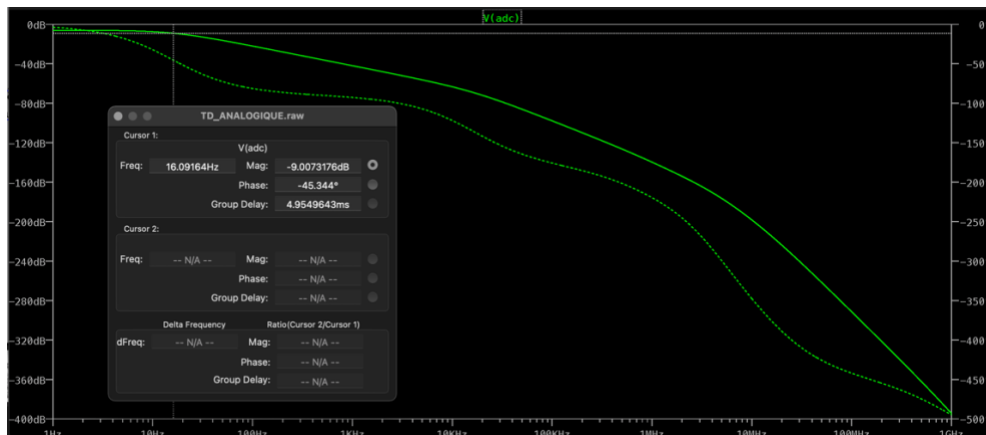
Fréquence de coupure de l'étage droite (R6C2) : $f_2 = 1.6 \text{ kHz}$



Fréquence de coupure de l'étage Haut-droite (R3C4) : $f_3 = 2 \text{ Hz}$

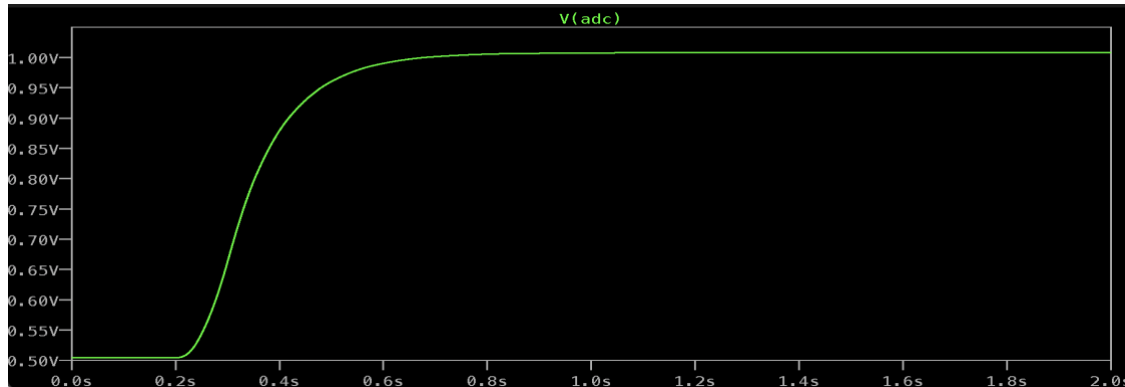


Fréquence de coupure de l'étage gauche(R1C1) : $f_1 = 16 \text{ Hz}$

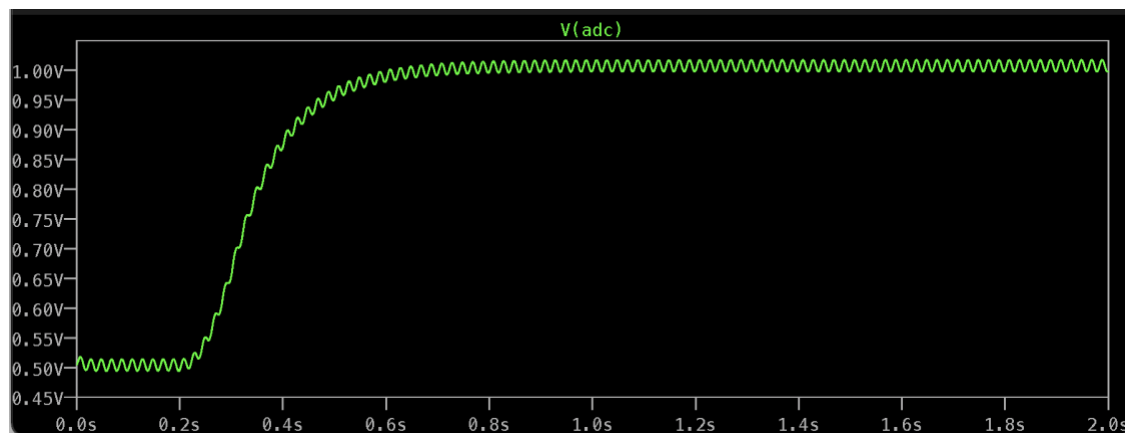


On peut aussi voir la réponse de V_{adc} en fonction du temps qui démontre que le capteur est bien fonctionnel puisque la réponse suit le pulse qui varie entre 0 et 1V et ne sature pas. En effet, le plateau est bien inférieur à 5V.

Signal sans influence du bruit 50Hz



Signal avec influence du bruit 50Hz



Incidence de l'offset de l'amplificateur LTC1050

La datasheet du LTC1050 nous indique que l'offset d'entrée de l'AOP a pour valeur $0.5\mu V$ et son gain est de l'ordre de 160 dB. On aura donc comme tension de sortie $10^6 V$ pour une tension d'entrée qui vaut 10mV. Cependant, l'offset de sortie de l'AOP est de 50V ainsi l'offset est négligeable et son incidence est acceptable.

Incidence du courant d'entrée de l'amplificateur LTC1050 :

En faisant varier les paramètres $G0$ et $G1$ de la source de courant variable BI, on fait varier le I_{sens} afin de retrouver la valeur pour laquelle on aura une saturation. A l'aide de la simulation on retrouve que la saturation en sortie vaut 4.8V pour $I_{sens} = 480 nA$.

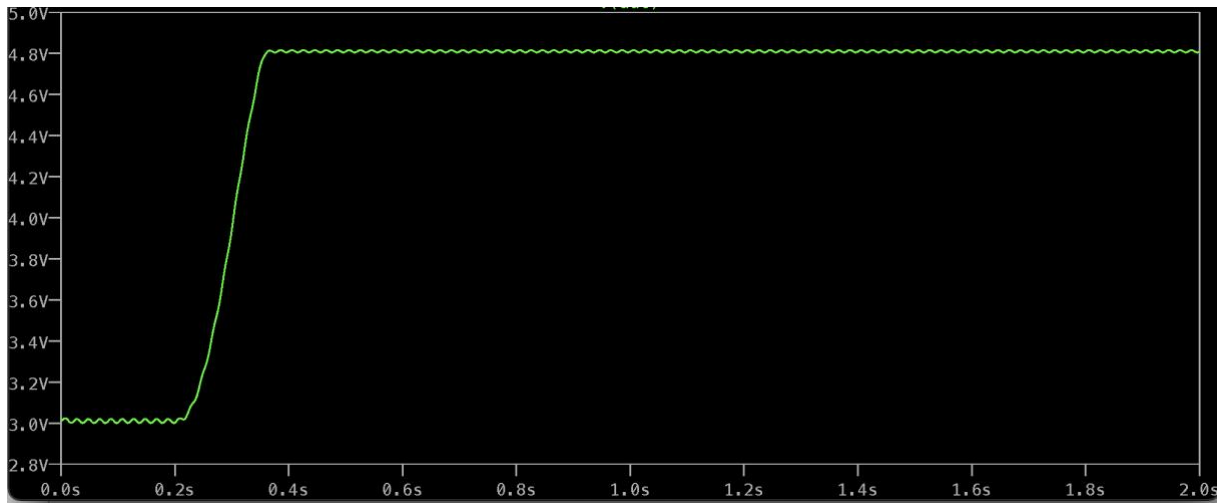


Figure 3 : Saturation du capteur pour un courant de 480 nA

Atténuation globale d'un bruit de 50 Hz

À l'aide de la simulation LTspice, nous obtenons la courbe du gain en fonction de la fréquence ci-dessous :



Figure 4: Courbe du Gain en fonction de la fréquence

On obtient pour un bruit de 50Hz une atténuation de $140 - 100 = 40$ dB.

Atténuation globale d'un bruit en courant à la fréquence limite de repliement dans le cas de L'ADC Arduino Uno :

Pour ne pas avoir une perte de qualité, nous faisons fonctionner ADC à la plus grande fréquence utilisable, dans le cas de l'Arduino Uno, cette fréquence est égale à $200\text{kHz}/13 = 15.4\text{kHz}$. La fréquence de Nyquist (limite de repliement) correspond à la moitié de la fréquence

Bahaj Fatima Ezzahra
Karmoudi Imane

d'échantillonnage. Dans notre cas ici, la fréquence d'échantillonnage est égale à 15 kHz, ce qui donne une fréquence de Nyquist qui vaut 7.5kHz. D'après la simulation on trouve que pour $f_{\text{Nyquist}} = 7.5\text{kHz}$ on a un gain de 33dB. Ainsi on a une atténuation de $140-33 = 107\text{ dB}$.

Expression analytique de la résistance du capteur en fonction des éléments du circuit trans-impédance :

$$R_{\text{capteur}} = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) * R_1 * \frac{V_{CC}}{V_{ADC}} - R_1 - R_5$$

Avec : $R_5 = 10\text{ k}\Omega$ $R_1 = 100\text{ k}\Omega$ $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ $R_3 = 100\text{ k}\Omega$