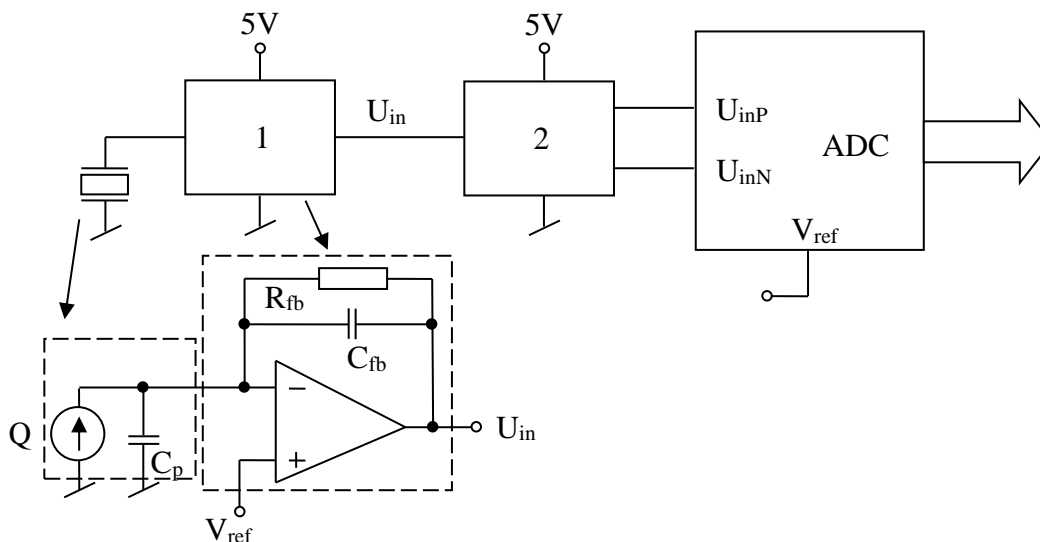


Exercice 3 (Circuit préamplificateur, bruit, ADC, 20 points)

Vous trouvez ci-dessous un schéma-bloc de l'acquisition d'un capteur de force piézo-électrique, avec convertisseur A/D. Remplacer svp les blocs 1 et 2 du schéma-bloc par des circuits électriques détaillés, et déterminer les valeurs des composants passifs. Le schéma équivalent du capteur piézo-électrique (source de charges électriques et capacité parallèle) ainsi que le schéma électrique du bloc 1 sont déjà indiqués. Vous pouvez choisir des résistances quelconques de valeur entre $1\text{k}\Omega$ et $10\text{M}\Omega$, de même que des condensateurs entre 10pF et $10\mu\text{F}$. Il n'existe qu'une seule tension d'alimentation de $+5\text{V}$, et vous devez utiliser comme amplificateur opérationnel le type indiqué dans le tableau ci-dessous. L'impédance de sortie des sorties U_{inP} et U_{inN} du bloc 2 doit être inférieure à $1\text{k}\Omega$. V_{ref} est une sortie du circuit ADC de valeur 2.5V , avec impédance de sortie nulle.



Amplificateur opérationnel	AD8629
Largeur de bande à gain unité	2.5MHz
Gain DC en boucle ouverte	350
Courant de biais à l'entrée	30pA
Plage d'entrée	$0 \dots V_{\text{supply}}$
Plage de sortie	$0 \dots V_{\text{supply}}$
Bruit en tension rapporté à l'entrée	22nV/rtHz
Bruit en courant rapporté à l'entrée	5fA/rtHz

a) Quelle plage de tension U_{in} voulez-vous choisir ? Justifier.

Choisir C_{fb} de manière à ce que U_{in} prenne transitoirement la valeur max/min, lorsque la charge Q est variée brusquement de 100pC . ($C_{\text{p}} = 600\text{pF}$)

Est-ce que U_{in} restera constante après une variation indicielle de Q ?

Si oui, pourquoi, si non, comment évoluera U_{in} ?

Admettons $R_{\text{fb}} = 10\text{M}\Omega$. Déterminer la fonction de transfert $U_{\text{in}}(s)/Q(s)$, d'abord avec l'hypothèse d'un amplificateur opérationnel idéal, ensuite avec l'hypothèse

que l'amplificateur opérationnel possède une réponse en amplitude de premier ordre, avec gain DC en boucle ouverte et largeur de bande à gain unité comme indiqués au tableau ci-dessus.

Déterminer le facteur de qualité du circuit. Est-il stable?

Calucler l'effet du courant de biais à l'entrée sur U_{in} .

(10 points)

- b) Dessiner le schéma électrique de l'entrée différentielle (bloc 2). L'on souhaite

$$U_{oN} = 2U_{ref} - U_{oP}, 0 \leq U_{oP} \leq 2U_{ref}, 0 \leq U_{oN} \leq 2U_{ref}.$$

La largeur de bande minimale doit être de 10kHz.

Justifier brièvement votre circuit et vos calculs.

(5 points)

- c) Le convertisseur A/D possède une résolution de 20bit. Quel est la diminution du rapport signal-sur-bruit à la sortie numérique qu'occasionne le bruit des amplificateurs opérationnels (sans bruit en $1/f$) et des résistances des deux blocs que vous proposez ? Comparer avec le bruit de quantification ($f_s = 2\text{Msps}$). Admettre un signal d'entrée sinusoïdal d'amplitude maximale à une fréquence de 1kHz.

Justifier votre réponse par un calcul exact ou par une approximation plausible.

(5 points)