**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 dess 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 1k et 10M de même que des condensateurs entre 10pF et 10F. Il n’existe qu’une seule tension d’alimentation de +5V, et vous devez utiliser comme amplificateur opérationnel le type indiqué dans le tableua ci-dessous. L’impédance de sortie des sorties UinP et UinN du bloc 2 doit être inférieure à 1kΩ. Vref est une sortie du circuit ADC de valeur 2.5V, avec impédance de sortie nulle.

5V

5V

UinP

Uin

1

2

ADC

UinN

Vref

Rfb

Cfb

Uin

Q

Cp

Vref

|  |  |
| --- | --- |
| *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…Vsupply |
| Plage de sortie | 0…Vsupply |
| Bruit en tension rapporté à l‘entrée | 22nV/rtHz |
| Bruit en courant rapporté à l’entrée | 5fA/rtHz |

1. Quelle plage de tension Uin voulez-vous choisir ? Justifier. Choisir Cfb de manière à ce que Uin prenne transitoirement la valeur max/min, lorsque la charge Q est variée brusquement de 100pC. (Cp = 600pF) Est-ce que Uin restera constante après une variation indicielle de Q? Si oui, pourquoi, si non, comment évoluera Uin? Admettons Rfb = 10MΩ. Déterminer la fonction de transfert Uin(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 Uin . (10 points)
2. Dessiner le schéma électrique de l’entrée différentielle (bloc 2). L’on souhaite UoN = 2Uref - UoP, 0 ≤ UoP ≤ 2Uref, 0 ≤ UoN ≤ 2Uref. La largeur de bande minimale doit être de 10kHz. Justifier brièvement votre circuit et vos calculs. (5 points)
3. 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 (fs = 2Msps). 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)