

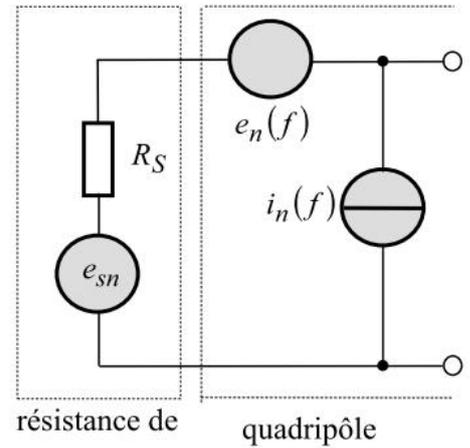
Contrôle final (28/10/2013)

Tous documents autorisés, durée 1h30mn

I. Composition de sources de bruit

Dans le schéma de la figure ci-contre, la source e_{sn} représente le bruit thermique de la résistance R_S de la source placée à l'entrée d'un quadripôle, $e_n(f)$ et $i_n(f)$ représentent les densités spectrales de bruit du modèle (e_n, i_n) du quadripôle. e_n et i_n sont supposées non corrélées. Le quadripôle est de type passe-bas du 1^{er} ordre, de transmittance statique T_0 (pour la charge considérée), de résistance d'entrée infinie et de bande passante à -3 dB B_S .

Etablir l'expression, en fonction de e_n, i_n, R_S, k, T, T_0 et B_S , de la valeur efficace de la tension de bruit à la sortie du quadripôle.



II. Bruit de fond dans une chaîne d'acquisition

Le conditionnement du signal V_E , fourni par un capteur, est réalisé au moyen du montage de la figure 1. Le montage comprend un amplificateur non inverseur suivi d'un filtre passe-bas et un CAN pour numériser le signal.

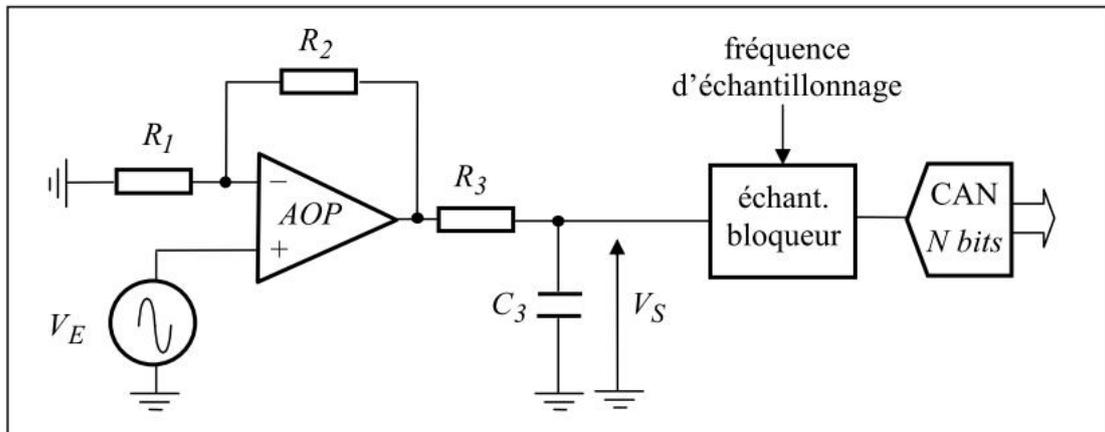


Figure 1 : Conditionnement du signal V_E fourni par un capteur

La valeur efficace de bruit e_1 en sortie du filtre passe-bas est égale à $75 \mu V$ à la température de $25^\circ C$ lorsque V_E est supposé sans bruit. En pratique le signal issu du capteur est bruité, la densité spectrale e_n de bruit est estimée à $2,5 \cdot 10^{-17} V^2/Hz$.

On se propose dans un premier temps de calculer le rapport Signal/Bruit en sortie du filtre passe-bas puis dans un deuxième temps de dimensionner le CAN.

- II.1. Quelle est la fréquence de coupure f_{-3dB} du filtre passe-bas ? On donne $R_3 = 10 k\Omega$ et $C_3 = 1 nF$.
- II.2. Quelle est la valeur de la bande passante équivalente de bruit B_N du filtre passe-bas ?
- II.3. On fait l'hypothèse (justifiée) que la bande passante du montage est égale à la bande passante du filtre-passe-bas ; en déduire la valeur efficace de bruit e_c due au seul capteur en sortie du filtre passe-bas. On donne $R_2 = 100 k\Omega$ et $R_1 = 1 k\Omega$.
- II.4. Calculer la valeur efficace totale e_2 du bruit en sortie du filtre passe-bas.

II.5. La valeur efficace du signal en sortie du filtre passe-bas est égale à $1/\sqrt{2}$; en déduire le rapport Signal/Bruit SNR_{Cond} (en dB) en sortie du filtre passe-bas.

II.5. Le signal en sortie du filtre passe-bas est relié à l'entrée d'un CA/N. Pour un signal d'entrée non bruité, le rapport signal / bruit à la sortie du CA/N est donné dans la première colonne du tableau ci-dessous. Le bruit (de quantification) introduit par le CA/N est non corrélé avec le bruit présent à son entrée (le bruit de quantification s'ajoute donc quadratiquement au bruit e_2 présent à son entrée pour donner la valeur quadratique moyenne du bruit en sortie de chaîne).

Calculer pour les trois CAN du tableau ci-dessous, les valeurs du SNR_{TOT} .

Résolution du CAN	SNR (en dB)	SNR_{Cond} (en dB)	SNR_{Tot} (en dB)
8 bits	46		
12 bits	68		
16 bits	90		

II.6. Quel CAN faut-il choisir pour conserver le rapport Signal / Bruit du conditionnement ?

III. Bruit d'alimentation induit par la commutation d'une porte logique

En régime statique, la consommation d'une porte CMOS est quasi-nulle. Lors d'une commutation (on envisagera ici un passage de u_s de 0 à 5 V), elle absorbe un courant transitoire qui se compose :

- d'un courant i_t qu'on suppose passer linéairement de 0 à 15 mA en 3,5 ns et qui est dû à la conduction simultanée temporaire des deux transistors complémentaires de sortie ;
- d'un courant i_s nécessaire à la variation de la charge électrique de la capacité C_s (capacité d'entrée des portes connectées à la sortie de la porte étudiée); ce courant a une vitesse de croissance maximum de 9 mA / ns.

Le circuit intégré HCMOS est implanté sur un circuit imprimé pour lequel l'inductance linéique des pistes sera prise égale à $1 \mu\text{H/m}$. On suppose que, lors de la commutation de la porte, la totalité du courant ($i_t + i_s$) est fournie par le condensateur de découplage (modélisé par une capacité idéale en série avec une inductance), tandis que la tension aux bornes de la capacité idéale C_d est supposée rester constante et égale à 5 V.

III.1. Calculer le di/dt maximum dans le condensateur de découplage et en déduire la variation maximum ΔV_a de la tension d'alimentation V_a « vue » par la porte logique lors d'une commutation.

III.2. Le découplage vous semble-t-il bien adapté ?

