

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Problématique *Quelle chaîne d'acquisition mettre en place pour mesurer le taux d'ozone ?*

Contexte

Pour assurer une surveillance et informer la population en matière de qualité de l'air, une échelle indiquant la concentration des principaux polluants que l'on rencontre dans l'atmosphère (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, poussière et ozone) a été créée. C'est une station de mesure "mobile", installée dans un tricycle qui se charge de prélever un échantillon d'air, de mesurer la concentration du polluant et de transmettre ces informations à distance vers un poste central. On s'intéresse à la station de mesure de l'ozone.



la concentration d'ozone est donnée par la relation (1) ci-dessous :

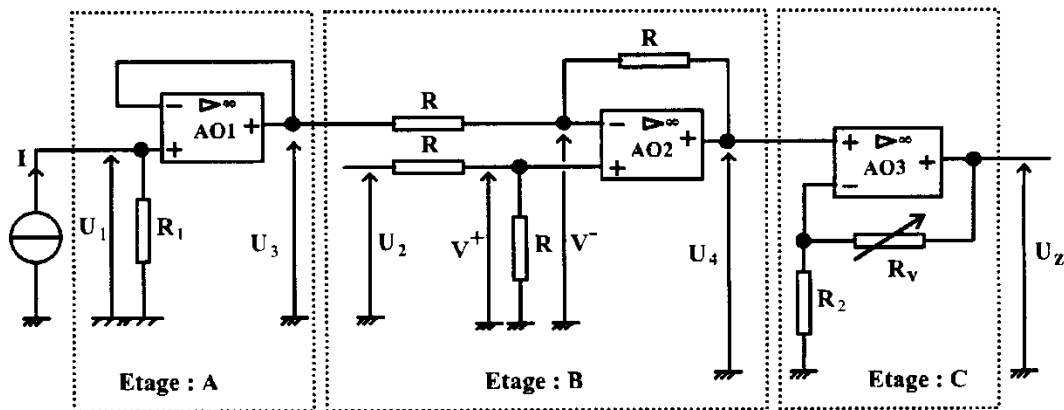
$$Z = 10^4 \text{Ln} \left[\frac{I_0}{I} \right]$$

- Z : la concentration d'ozone en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- I : l'intensité en A du courant de sortie du détecteur (proportionnelle au flux énergétique mesuré).
- I_0 : l'intensité en A de ce courant lorsque l'échantillon ne contient pas de molécule d'ozone.
- Ln : le logarithme népérien.

MISE EN FORME

Les ALI sont considérés comme parfaits. Le courant I qui sort du détecteur a pour expression $I(t) = -10^{-8} \cdot Z + 1.10^{-4}$.

Dans cette formule, I est exprimé en Ampères et Z en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est compris entre 1 et 1000.



Questions

Q1 Montrer que la tension U_1 peut s'écrire sous la forme : $U_1 = -a \cdot Z + U_0$. On donne $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$.

Q2 Calculer a et U_0 .

On donne $U_z = U_4 \cdot \left(1 + \frac{R_v}{R_2}\right) = (U_2 - U_3) \cdot \left(1 + \frac{R_v}{R_2}\right) = (U_2 - U_1) \cdot \left(1 + \frac{R_v}{R_2}\right)$ avec $U_2 = 10 \text{ V}$.

Q3 Exprimer alors U_z en fonction de Z .

On désire obtenir $U_z = 5 \text{ V}$ pour $Z = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ On donne $R_{v\text{MAX}} = 22 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$.

Q4 A quelle valeur doit-on régler R_v pour satisfaire cette condition ?

CONVERSION ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

Dans la plage de mesure étudiée, $U_z = 5.10^{-3} \cdot Z$ avec Z en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ compris entre 1 et 1000.

Cette tension U_z , image de la concentration d'ozone, est appliquée à l'entrée d'un convertisseur analogique-numérique dont la sortie peut être traduite par un nombre décimal N_d .

Les seuils de concentration d'ozone sont donnés à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ près, soit $\Delta Z = 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Q5 Calculer la variation ΔU_z (exprimée en mV) correspondant à une variation élémentaire Δz de la concentration d'ozone dans l'air.

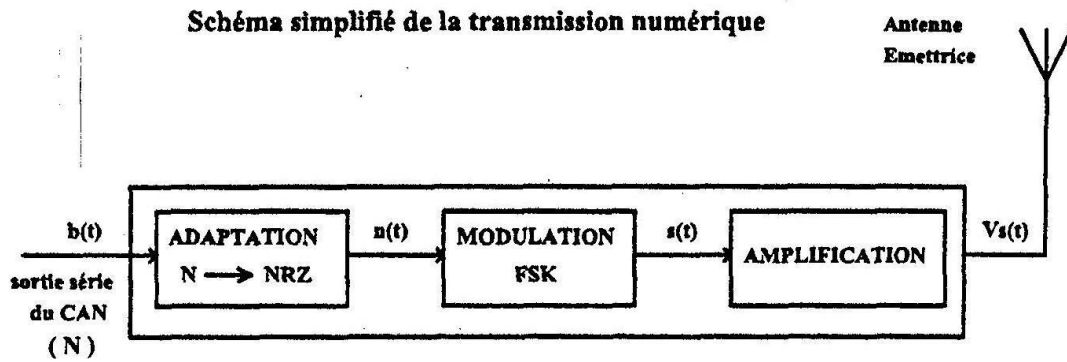
Q6 En déduire le quantum du convertisseur.

Q7 Calculer le nombre de bits nécessaire du CAN si sa plage de tension d'entrée est de 5 Volts.

Q8 Calculer la valeur en décimal N_{seuil} du seuil d'alerte, fixé à $Z=360 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

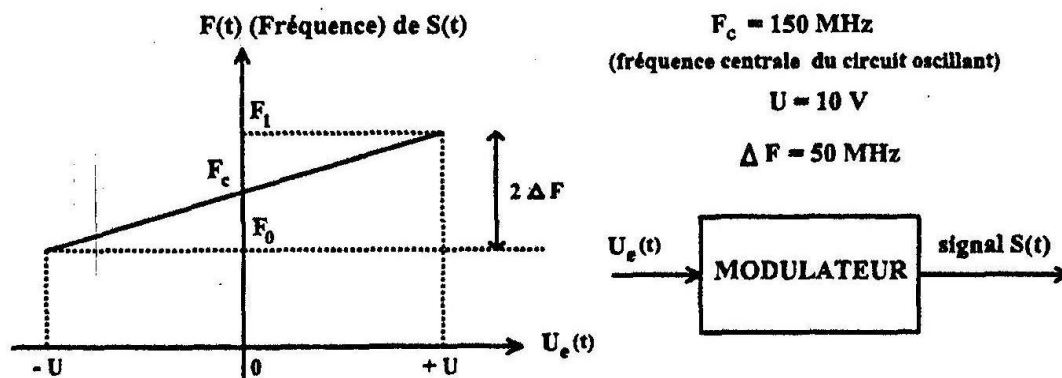
TRANSMISSION NUMÉRIQUE



La sortie série $b(t)$ issue du CAN doit être adaptée en signal NRZ (Non Retour à Zéro) $n(t)$ qui à son tour subit une codification en fréquence FSK et est transmis après amplification à une antenne émettrice.

A un « 0 » logique de $b(t)$ correspond $n(t) = -U$
 A un « 1 » logique de $b(t)$ correspond $n(t) = U$
 Et cela pendant la durée $T_b = 50$ ns du bit considéré.

Le signal $s(t)$ sinusoïdal est obtenu par un modulateur HF (Haute fréquence) réalisé à l'aide d'un circuit oscillant à fréquence variable $F(t)$ que l'on commande par la tension $n(t)$.



Le signal $n(t)$ est appliqué à l'entrée du modulateur, soit $U_e(t) = n(t)$.

Q9 Calculer la constante K introduite par le modulateur : $K = \Delta F / \Delta U_e$

Q10 Pour un « 0 » logique exprimer F_0 en fonction de F_c et ΔF puis calculer F_0 .

Q11 Pour un « 1 » logique exprimer F_1 en fonction de F_c et ΔF puis calculer F_1 .

Q12 Compléter sur le document réponse les chronogrammes.

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Document réponse

