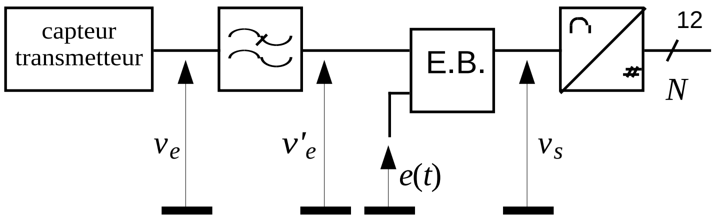
B14-1-

Une chaîne d'acquisition de données est formée d'un capteur-transmetteur (CT) suivi d'un filtre passe-bas (FPB), d'un échantillonneur-bloqueur (EB) et d'un convertisseur analogique-numérique (CAN), dont les caractéristiques sont les suivantes :

- signal délivré par le CT (v_e) compris entre –5V et +5V.
- FPB : 2ème ordre, fréquence de coupure F_c = 40 Hz , amortissement m = 0,7, gain K = 1.
- EB : fréquence d'échantillonnage F_e = 10 kHz , temps d'acquisition Δt = 10µs
- CAN : bipolaire –5/+5V , 12 bits.



I- Etude de la conversion analogique-numérique

1) Calculer l'incrément q du CAN en mV.

2) Calculer la précision p du CAN exprimée en ‰ et en dB.

3) On suppose que : N = 0 pour v_s = –5V ; N = hFFF pour v_s = +5V *("h" = hexadécimal)*. Exprimer la relation qui lie v_s à N puis N à v_s sachant que N est arrondi à l'entier le plus proche.

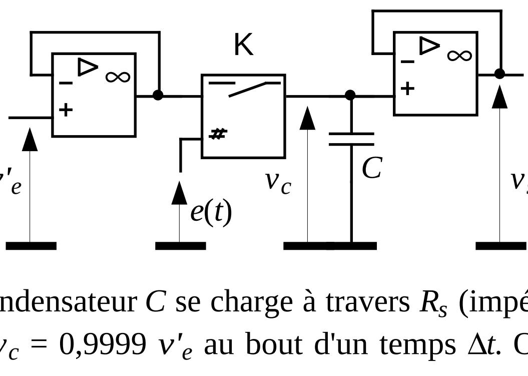
4) Calculer N (exprimé en décimal, hexadécimal et binaire) pour v_s = 0 V ; 1,0000 V .

5) Soit N = hABC ; h001. Calculer v_s dans chaque cas (le résultat sera présenté avec une précision de 0,1 mV).

6) Si la fréquence d'échantillonnage de v_s est F_e = 10kHz, quelle doit être la valeur maximale du temps de conversion du CAN ?

II- Etude de l'échantillonnage

L'interrupteur électronique K a pour caractéristiques : R_{on} (interrupteur fermé) = 200 Ω ; R_{off} (ouvert) > 10^{13} Ω. Les AOP ont pour caractéristiques : impédance d'entrée $R_e = 10^{11}$ Ω ; impédance de sortie R_s = 150 Ω. La tension $e(t)$ est un signal numérique formé d'impulsions de largeur Δt et de fréquence F_e.



1) Lorsque K est fermé, le condensateur C se charge à travers R_s (impédance de sortie du 1er AOP) et R_{on}. Calculer C pour que $v_c = 0{,}9999\ v'_e$ au bout d'un temps Δt. On notera τ_{on} la constante de temps de la charge de C.

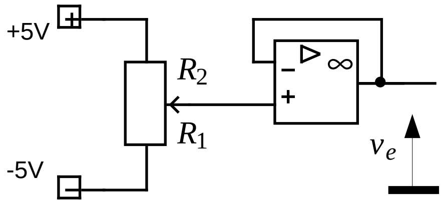
2) Lorsque K est ouvert, le condensateur C se décharge lentement à travers R_e (impédance d'entrée du second AOP). A partir de l'instant ou K s'ouvre, combien de temps faut-il pour que v_s décroisse d'un dix-millième ? On notera τ_{off} la constante de temps de la décharge de C.

3) Quel est le rapport cyclique α de $e(t)$? Dessiner succinctement les signaux v'_e, v_s et e.

ISBN 2-9520781-1-4 http://www.syscope.net EAN 9782952078115

4) La tension v_e est un signal triangulaire symétrique d'amplitude ± 5V, de fréquence f et de période T. Pour que l'acquisition puisse se faire avec une précision optimale, on veut que la vitesse d'évolution de v_e reste inférieure ou égale à un incrément par période d'échantillonnage : $\frac{dv_e}{dt} \leq \frac{q}{T_e}$ *(voir démonstration du théorème de Shannon dans le cours, chapitre B15)*. En déduire la valeur maximale de la fréquence de v_e.

III- Etude du capteur -transmetteur



Le capteur est un capteur de déplacement formé d'un potentiomètre linéaire de longueur l = 1 m et de résistance $P = R_1 + R_2 = 5$ kΩ, câblé en montage potentiométrique. Soit x la position du curseur.

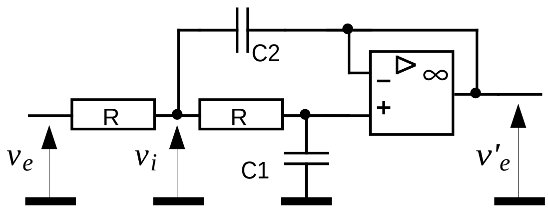
On pose : $k = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{x}{l}$, rapport de division de tension.

1) Calculer v_e en fonction de k

2) En déduire v_e en fonction de x.

3) Quel est le plus petit déplacement mesurable ?

IV- Etude du filtre passe-bas



1) En appliquant la loi des nœuds au point situé entre les deux résistances, établir la fonction de transfert de ce filtre.

2) En déduire sa pulsation propre ω_0 et son amortissement m en fonction de R, C_1 et C_2.

3) A.N. : on veut une fréquence de coupure égale à 20 Hz pour un amortissement de 0,7. Soit C_1 = 100 nF.

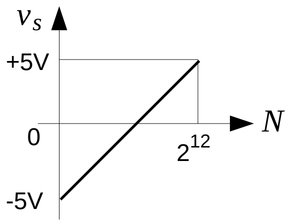
ISBN 2-9520781-1-4 http://www.syscope.net EAN 9782952078115

REPONSES

I-

1) $\Delta V_e = q = \dfrac{\text{PE}}{2^n} \Rightarrow q = 10/2^{12} = 2{,}44\text{mV}$

2) $p = 0{,}24‰ = -72\text{dB}$

3) 

$$v_s = \frac{10}{2^{12}}N - 5 \;\; et \;\; N = \left\lfloor \frac{2^{12}}{10}(v_s + 5) + 0{,}5 \right\rfloor$$

$$\lfloor x \rfloor = partie \;\; entière \;\; de \;\; x$$

4) $v_s = 0 \Rightarrow N = 2^{11} = 2048$; $v_s = 1{,}0000 \Rightarrow 0{,}6.2^{12} = 2457{,}6 \Rightarrow = N = 2458$

5) $N = 10.16^2 + 11.16 + 12 = 2748 \Rightarrow v_s = 1{,}7090\text{V}$; $N = 1 \Rightarrow v_s = -4{,}9976\text{ V}$

6) $t_{\text{conv}} < 1/F_e = 100\ \mu\text{s}$

II-

1) $$v_c = v'_e\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_{\text{on}}}}\right) \Rightarrow 0{,}9999 v'_e = v'_e\left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau_{\text{on}}}}\right) \text{avec } \tau_{\text{on}} = (R_s + R_{\text{on}})C$$

$\Rightarrow \Delta t = \tau_{\text{on}} \ln(10000) \approx 9{,}2\tau_{\text{on}} \Rightarrow \tau_{\text{on}} = 1{,}08\ \mu\text{s} \Rightarrow C = 1{,}08.10^{-6}/350 = 3{,}1\ \text{nF}$

2) Il faut : $t \approx 9{,}2\ \tau_{\text{off}} = 9{,}2.3{,}1.10^{-9}.10^{11} \approx 2800\text{ s} \approx 47\text{ mn.}$

3) $\alpha = 1/10$

4) $$\frac{\Delta v_e}{\frac{T}{2}} \le \frac{q}{T_e} \Rightarrow T \ge 2T_e\frac{PE}{q} = T_e 2^{13} \Rightarrow f_{\max} \le \frac{F_e}{2^{13}} = 1{,}22\text{Hz}$$

III- Th Millman : $v_e = \dfrac{R_1 5 - R_2 5}{R_1 + R_2} = k5 - (1-k)5 = 5(2k-1) \Rightarrow v_e = 10\dfrac{x}{l} - 5$ et $\Delta x = \dfrac{l}{2^{12}} = 0{,}24$ mm

IV-

1) $$\frac{v_e - v_i}{R} + \frac{v'_e - v_i}{R} + \frac{v'_e - v_i}{\frac{1}{jC_2\omega}} = 0 \Rightarrow v_e + v'_e - 2v_i + (v'_e - v_i)\,jRC_2\omega = 0$$

avec $$v'_e = \frac{\frac{1}{jC_1\omega}}{R + \frac{1}{jC_1\omega}} v_i \Rightarrow v_i = (1 + jRC_1\omega)v'_e$$

$$\Rightarrow v_e + v'_e - 2v'_e - 2\,jRC_1\omega v'_e - (j\omega)^2 R^2 C_1 C_2 v'_e = 0 \Rightarrow \frac{v'_e}{v_e} = -\frac{1}{1 + 2\,jRC_1\omega + (j\omega)^2 R^2 C_1 C_2}$$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{R\sqrt{C_1 C_2}} \;;\; m = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$$

$\Rightarrow C_2 = 200\text{ nF}$; $R = 56\text{ k}\Omega$

ISBN 2-9520781-1-4 http://www.syscope.net EAN 9782952078115