

ex 1 : numérisation d'une tension analogique (12 points)

On se propose de numériser une tension électrique analogique sinusoïdale  $U(t)$ , produite par un GBF, de fréquence  $f = 500 \text{ Hz}$ , de valeur  $U_{\max} = 4 \text{ V}$  et de valeur  $U_{\min} = 0 \text{ V}$ .

1) (1,5 points) Rappeler les 3 étapes de la numérisation.

2) (1 point) On considère que la tension est numérisée sur 8 bits.

A quelle valeur binaire correspond la tension analogique  $U_{\max}$  ? La tension analogique  $U_{\min}$  ?

3) (1 point) Combien de valeurs possibles de tension peuvent être numérisées sur 8 bits ?

4) (1 point) La plus petite variation de tension que peut repérer un CAN (convertisseur analogique numérique) est appelée la **résolution ou pas de quantification p** du convertisseur.

Le pas de quantification est donné par la relation:

$$p = \frac{\text{plage de mesure de tension}}{2^n}$$

n: nombre de bits avec lequel la tension est numérisée  
nombre est numérisé

plage de mesure : écart entre la valeur  $U_{\max}$  et  $U_{\min}$  que peut numériser un CAN.

5) (1point) A l'instant  $t = 0$ , on échantillonne la tension analogique qui vaut alors  $U_0 = 30 \text{ mV}$ . A quelle valeur numérique (nombre binaire) correspond cette tension analogique ?

6) (1 point) On numérise la tension analogique avec le logiciel Latis pro. Calculer la période de la tension à numériser.

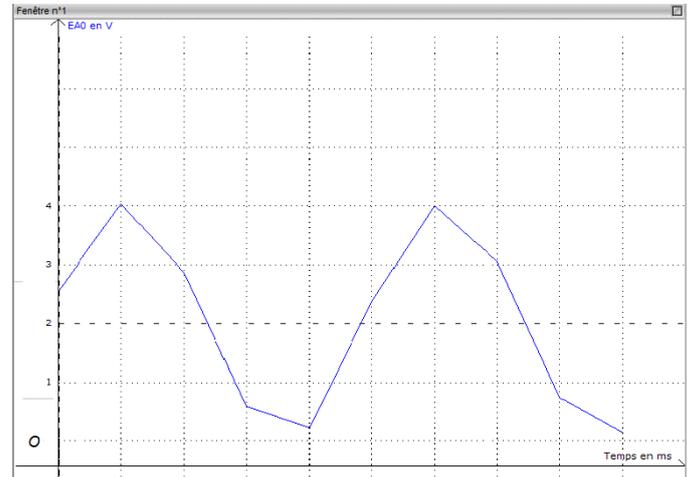
7) (1 point) En déduire la durée totale  $\Delta t$  d'acquisition pour afficher 2 périodes sur l'écran.

8) (2 points) On règle le nombre de points d'acquisition à  $N = 100$  points. En déduire la période d'acquisition  $T_e$  et la fréquence d'échantillonnage  $f_e$

9) (1 point) Pour que la tension soit numérisée correctement la fréquence d'échantillonnage doit être au moins 10 fois supérieure à la fréquence du signal analogique. La fréquence d'échantillonnage est-elle bien adaptée à la conversion du signal analogique?

10) (1,5 point) Un mauvais expérimentateur choisit  $N = 10$  points en laissant les autres paramètres d'acquisition identiques. La fréquence d'échantillonnage  $f'_e$  vous paraît-elle bien choisie ? Justifier votre affirmation à l'aide d'un

calcul.



## Ds n°8 correction

ex 1 : numérisation d'une tension analogique (12 points)

On se propose de numériser une tension électrique analogique sinusoïdale  $U(t)$ , produite par un GBF, de fréquence  $f = 500$  Hz, de valeur  $U_{\max} = 4$  V et de valeur  $U_{\min} = 0$  V.

1) (1,5 points) Rappeler les 3 étapes de la numérisation.

2) (1 point) A la tension analogique  $U_{\min} = 0$  V correspondra la valeur numérique 0000 0000

A la tension  $U_{\max} = 4$  V correspondra la valeur numérique 1111 1111

3) (1 point) Le nombre de valeurs de tensions numérisées est :  
 $2^8 = 256$

4) (1 point)

$$p = \frac{\text{plage de mesure}}{2^n} = \frac{4}{2^8} \approx 16 \text{ mV}$$

5) (1 point) La valeur échantillonnée à l'instant  $t = 0$  est comprise entre  $p = 16 \text{ mV} < U_0 < 2.p = 32 \text{ mV}$

La quantification donnera la valeur  $2.p$  qui est la valeur la plus proche de  $U_0$ . Le codage binaire de cette tension sera 0000 0010 (ce nombre en base 2 correspond au nombre 2 en base 10).

6) (1 point)  $T = 1/f = 1/500 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ s}$

7) (1 point)  $\Delta t = 2.T = 4,0 \times 10^{-3} \text{ s}$

8) (2 points)

$\Delta t = (\text{nombre de points}) \cdot T_e$

$$T_e = \frac{\Delta t}{\text{nombre de points}} = \frac{4 \times 10^{-3}}{100} = 4,0 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$f_e = \frac{1}{T_e} = \frac{1}{4 \times 10^{-5}} = 2,5 \times 10^4 \text{ Hz}$$

9) (1 point)

$$\frac{f_e}{f} = \frac{2,5 \times 10^4}{500} = 50 > 10$$

La fréquence d'échantillonnage est bien adaptée.

10) (1,5 point) La tension numérisée n'est plus conforme au signal analogique de forme sinusoïdale. Pour obtenir un signal numérisé de bonne qualité, il faut que  $f_e > 10.f$  au minimum hors :

$\Delta t = (\text{nombre de points}) \cdot T_e$

$$T_e = \frac{\Delta t}{\text{nombre de points}} = \frac{4 \times 10^{-3}}{10} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$f_e = \frac{1}{T_e} = \frac{1}{4 \times 10^{-4}} = 2,5 \times 10^3 \text{ Hz et } f = 500 \text{ Hz}$$

$$f_e' = 5.f < 10.f$$