



ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Numérisation des signaux analogiques

Caractéristiques des CAN

Chapitre 7
EXERCICES
Feuille n°2

Exercice 1 – Contexte général

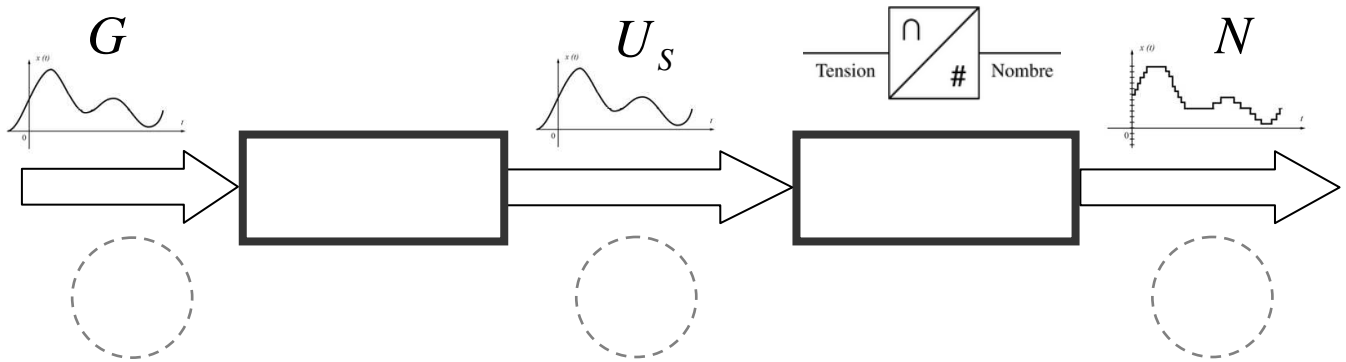


Fig. 1 : numérisation d'un signal analogique

Q1 – Renseigner le nom des deux blocs (« CAPTEUR » ; « CAN ») dans la chaîne proposée en fig.1 (ci-dessus).

Q2 – Donner la signification du sigle « CAN ».

Q3 –En déduire la signification du sigle « CNA ».

Q4 – Indiquer ce qui entre et sort du capteur et du CAN (placer les numéros dans les cercles de la fig.1).

- ① Tension électrique analogique, image de la grandeur physique
- ② Code numérique, image de la tension électrique
- ③ Grandeur physique analogique

Q5 – Préciser la chaîne dans laquelle se situent les composants « capteurs » et « CAN ».

Q6 – Préciser la fonction qu'assurent les capteurs au sein de la chaîne : _____

Q7 – Les capteurs retournent des : ☐ Consignes utilisateur ☐ Comptes-rendus d'acquisition (CRA)

Q8 – Préciser la fonction qu'assure un CAN au sein de la chaîne.

Exercice 2 – Caractéristiques d'un CAN : « la résolution »

Q1 – La résolution d'un CAN correspond au nombre de bits sur lequel il code le signal d'entrée.

☐ Vrai

☐ Faux ; il s'agit de _____

Q2 – Calculer le nombre de niveaux différents que propose un CAN 12 bits pour numériser un signal.

Exercice 3 – Caractéristiques d'un CAN : « le quantum »

Q1 – Rappeler ce que représente le quantum q pour un CAN.

Q2 – Donner l'autre nom utilisé pour évoquer le quantum.

Q3 – Donner la relation exprimant le quantum q en fonction de la résolution n et l'étendue ΔV_{ref} de la plage de référence du signal d'entrée V_{ref} . Donner également la variante de cette relation et, pour chacune d'elle, préciser les unités légales utilisées.

Exercice 4 – Caractéristiques d'un CAN : « le quantum »

On donne un CAN dont la résolution vaut $n = 10$ bits. Sa plage de tension pleine échelle vaut $V_{ref} = 5\text{ V}$.

Q1 – Calculer à 10^{-6} près le quantum q_1 du CAN avec la première relation puis son quantum q_2 avec la seconde relation.

Q2 – Calculer en % l'écart relatif e_{rel} entre q_1 et q_2 .

Q3 – Conclure sur l'importance d'utiliser une formule ou l'autre pour calculer le quantum q d'un CAN.

Exercice 5 – Caractéristiques d'un CAN : « le quantum »

Q1 – Compléter le tableau pour les CAN proposés.

Tension de référence V_{ref}	V_{min} (V)	V_{max} (V)	PPE (V)	CAN de résolution n (en bits)	Nombre de combinaisons	Quantum q (mV)
$0 \leq V_{ref} \leq +5\text{ V}$				12		
$0 \leq V_{ref} \leq +10\text{ V}$				8		
$-10\text{ V} \leq V_{ref} \leq +10\text{ V}$				10		
$-5\text{ V} \leq V_{ref} \leq +5\text{ V}$				12		

Exercice 6 – Application à un capteur analogique (1)

Un capteur analogique linéaire délivre en sortie une tension $0 \leq U_s \leq 5\text{ V}$. Il est câblé sur une des entrées analogiques d'une carte de contrôle. Le signal analogique délivré par le capteur est numérisé par la carte de contrôle qui contient un CAN asymétrique 10 bits avec une tension de référence $V_{ref} = 5\text{ V}$.

Q1 – Calculer en mV à 10^{-2} près le quantum q du CAN de la carte de contrôle.

Q2 – Établir la fonction de transfert $N(U_s)$ du CAN.

A l'aide d'un voltmètre, on relève successivement les tensions $U_s = 1,5\text{ V}$ et $U_s = 4\text{ V}$.

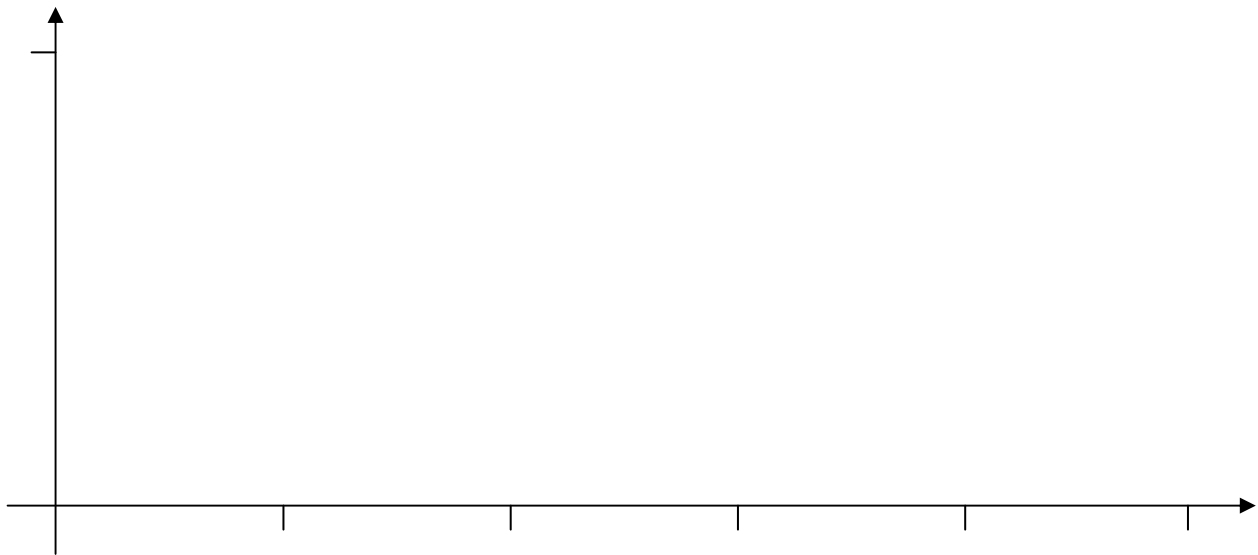
Q3 – Calculer les codes numériques $N(1,5\text{ V})$ et $N(4\text{ V})$.

Q4 – Établir la fonction inverse $U_s(N)$ du CAN.

A l'aide d'un programme informatique, on relève successivement les codes numériques $N = 162$ et $N = 544$.

Q5 – Calculer les tensions électrique $U_s(162)$ et $U_s(544)$.

Q6 – Compléter les axes du repère $(U_s; N)$ en précisant les grandeurs et le cas échéant leur unité, puis **tracer** la fonction de transfert $N(U_s)$.



Q7 – Retrouver graphiquement les code numériques $N(1,5 V)$ et $N(4 V)$.

Facteur d'échelle sur l'axe N : _____

$N(1,5 V) =$ _____

$N(4 V) =$ _____

Q8 – Retrouver graphiquement les tensions électrique $U_s(162)$ et $U_s(544)$.

Facteur d'échelle sur l'axe U_s : _____

$U_s(162) =$ _____

$U_s(544) =$ _____

Exercice 7 – Application à un capteur analogique (2)

Un capteur analogique linéaire de température délivre en sortie une tension $1,42 \leq U_s \leq 3,57 \text{ V}$. Il est câblé sur une des entrées analogiques d'une carte de contrôle. Le signal analogique délivré par le capteur est numérisé par la carte de contrôle à l'aide d'un CAN asymétrique 12 bits avec une tension de référence $V_{ref} = 5 \text{ V}$.

A l'aide d'un voltmètre et d'un programme informatique implanté dans la carte de contrôle, on relève les points de référence suivants : $N(1,42 \text{ V}) = 3201$ et $N(3,57 \text{ V}) = 507$.

Dans le même temps, avec un thermomètre, on a relevé les températures : $T(1,42 \text{ V}) = 12,6^\circ\text{C}$ et $T(3,57 \text{ V}) = 51,8^\circ\text{C}$.

Q1 – Calculer en V à 10^{-5} près le **quantum** q **du CAN** de la carte de contrôle.

Q2 – Calculer en $\text{V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ (Volts par degré Celsius) à 10^{-4} près la **sensibilité** s_c **du capteur**.

Q3 – Calculer en $^\circ\text{C}$ à 10^{-2} près le **quantum** q_T **du CAN** de la carte de contrôle.

Exercice 8 – Caractéristiques d'un CAN : « la fréquence d'échantillonnage »

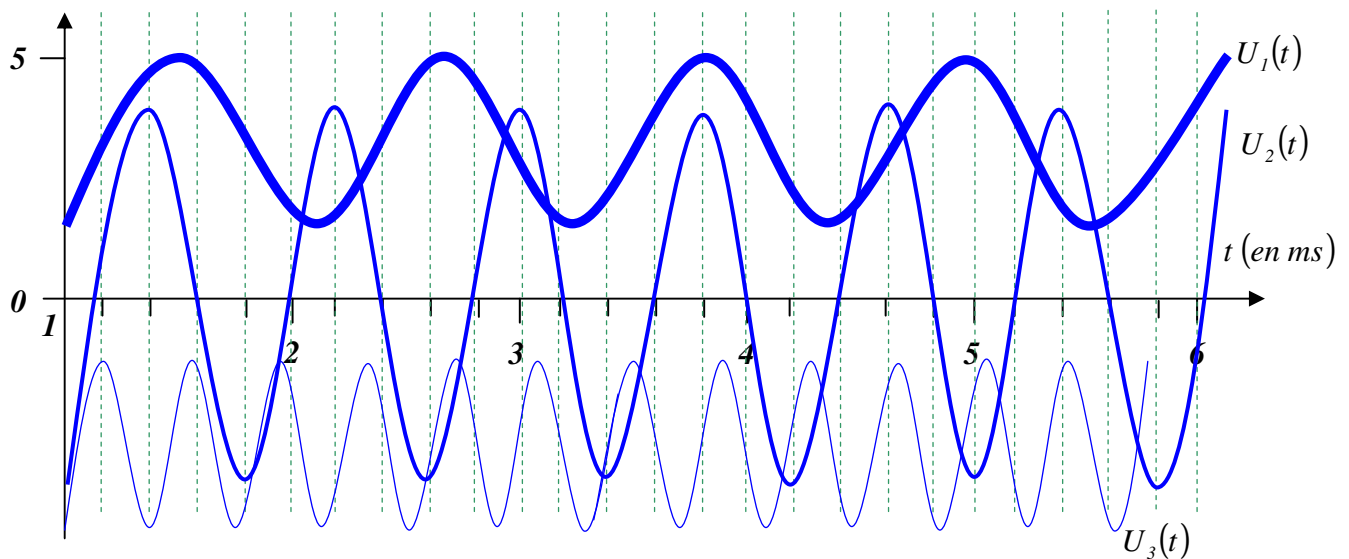
Q1 – Rappeler la définition générale de la fréquence et **donner** son unité légale et trois unités pratiques souvent utilisées dans le domaine de l'électronique.

Q2 – Calculer dans l'unité appropriée la durée t entre deux échantillons des CAN proposés.

$f = 120 \text{ Hz}$		$f = 250 \text{ MHz}$	
$f = 16 \text{ kHz}$		$f = 3,5 \text{ GHz}$	

Exercice 9 – Caractéristiques d'un CAN : « la fréquence d'échantillonnage »

On donne des signaux analogiques périodiques : $U_1(t)$, $U_2(t)$ et $U_3(t)$. On souhaite déterminer pour chacun d'eux la fréquence d'échantillonnage du CAN afin de les numériser convenablement.



Q1 – Déterminer par lecture graphique les périodes T_1 , T_2 et T_3 de chacun des trois signaux.

Q2 – Calculer en Hz les fréquences f_1 , f_2 et f_3 des trois signaux.

Q3 – Calculer en Hz les fréquences d'échantillonnage minimales f_{ech1} , f_{ech2} et f_{ech3} pour les trois signaux.

(Utiliser Shannon)

Q4 – Sélectionner le CAN de plus faible fréquence d'échantillonnage permettant de numériser convenablement les trois signaux.

☐ 400 Hz

☐ 800 Hz

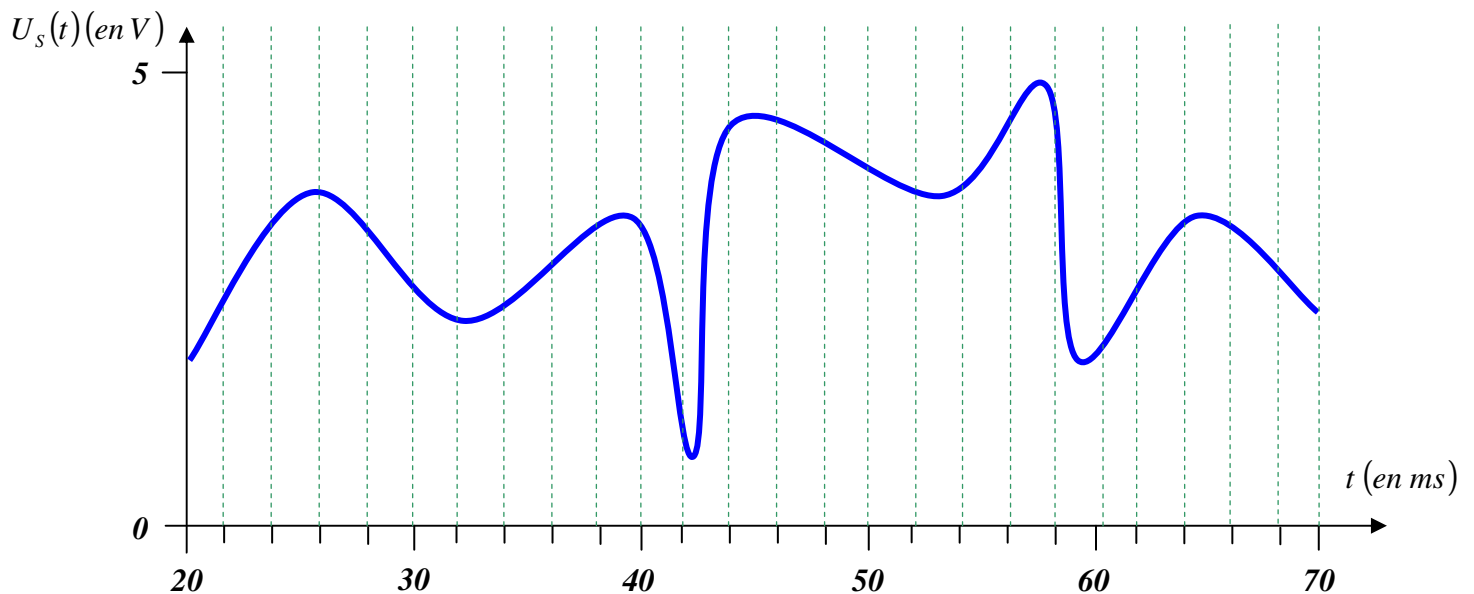
☐ 2,5 kHz

☐ 30 MHz

☐ 30 GHz

Exercice 10 – Caractéristiques d'un CAN : « la fréquence d'échantillonnage »

On donne un signal analogique $U_s(t)$ non périodique présentant de fortes variations. On souhaite déterminer la fréquence d'échantillonnage du CAN servant à numériser convenablement le signal.



Q1 – Analyser la courbe et **dénombrer** ses variations (nombre de changements de sens de la courbe).

Q2 – Identifier la variation la plus rapide (la plus courte donc) et **calculer** en *ms* sa durée τ .

Q3 – Calculer en *Hz* la fréquence f_{max} de la variation t précédemment identifiée.

Q4 – Calculer en *Hz* la fréquence d'échantillonnage minimale f_{ech} du signal $U_s(t)$. (Utiliser Shannon)
