

Corrigé 11 – Capteurs

14.12.2018

Solution 11.1 :

1. La résolution maximale en degrés que nous pouvons obtenir est :

$$\frac{20 \text{ mV}}{20 \text{ V}} \cdot 350^\circ = 0.35^\circ$$

2. Le nombre de divisions que doit avoir l'ADC (Analog to Digital Converter, Convertisseur Analogique à Numérique CAN en français) est de :

$$\frac{20 \text{ V}}{20 \text{ mV}} = 1000 \text{ Div.}$$

Le convertisseur qui a une résolution de 1000 divisions doit être d'au moins 10 bits soit 1024 divisions ($2^{10} = 1024$).

La résolution de ce convertisseur est de :

$$\frac{20 \text{ V}}{1024} = 19.53 \text{ mV}$$

Solution 11.2 :

1. Le gain statique du capteur de force est :

$$\frac{100 \text{ N}}{100 \text{ mV}} = 1 \text{ N/mV}$$

La résolution de force en n'utilisant aucune électronique supplémentaire est :

$$\frac{5 \text{ V}}{1024} \cdot \frac{1 \text{ N}}{\text{mV}} = 4.88 \text{ N/Div}$$

Ceci signifie que la plus petite force mesurable (en excluant l'effet du bruit) est de 4.88 Newtons.

2. Nous devons utiliser un amplificateur de conditionnement pour mettre à niveau la pleine plage du capteur de force avec la pleine plage de l'entrée analogique de la carte d'acquisition.

Le gain de cet amplificateur doit permettre de passer de 100 mV à 5 V.

Ceci correspond donc à un **gain de valeur 50**.

Note : L'amplificateur doit également permettre de filtrer le bruit qui va au-delà de la bande passante du capteur de force. Nous pourrions raisonnablement choisir un filtre passe bas dont la fréquence de coupure est entre 500 Hz à 1KHz.

3. La nouvelle résolution de la mesure de force est de :

$$\frac{100N}{1024} = 97.6 \text{ mN/Div.}$$

Soit 50 fois meilleur car nous utilisons la pleine plage du capteur de force sur 10 bits et ceci en excluant bien sûr l'effet du bruit.

4. La période à préconiser selon le théorème de Shannon est de 200 Hz. Cette fréquence est le minimum à utiliser. Il faudrait que la fréquence d'échantillonnage réelle soit de 500 à 1000 Hz (5X à 10x).
5. En utilisant une acquisition sur un PC Windows limitée à **50Hz** (soit une période d'échantillonnage de **20 ms**),
- Le signal de force ne devrait pas contenir de composantes fréquentielles supérieures à **25Hz** si nous respectons la règle de Shannon.
 - Le signal de force ne devrait pas contenir de composante fréquentielle supérieur à **5Hz** si nous utilisons la règle du $10^{\text{ème}}$ et ainsi fidèlement reproduire le signal mesuré.

Solution 11.3 :

1. La résolution de position en actionnement direct (ie. sans l'utilisation d'un réducteur) est de :

$$\frac{2\pi}{1000 \cdot 4} = \frac{360^\circ}{4000} = 0.09^\circ$$

Faire attention à l'unité.

2. En utilisant un réducteur de rapport 30, la résolution de position devient :

$$\frac{2\pi}{1000 \cdot 4 \cdot 30} = \frac{360^\circ}{120000} = 0.003^\circ$$

3. La résolution de 0.003° équivaut à une division de la pleine plage de position (2PI) en 120'000 divisions ($\frac{360^\circ}{0.003^\circ}$).

Pour rappel,

- 12 bits correspondent à $2^{12} = 4096$ divisions.
- 16 bits correspondent à $2^{16} = 65'536$ divisions.
- 17 bits correspondent à $2^{17} = 131'072$ divisions.

Notre capteur absolu doit donc avoir au moins 17 pistes ce qui donne une idée sur le coût engendré pour sa fabrication.

4. Si le compteur possède une taille de 16 bits, il permet alors de coder 65536 positions de 0 à 65535. La valeur de position maximale est donc de :

$$\text{Degrée max} = 65535 \cdot 0.003^\circ = 196.305^\circ$$

Ce compteur n'est donc pas suffisant pour mesurer les 360° . Il faudra donc soit changer de compteur (donc probablement de carte d'acquisition) ou gérer les dépassements de taille du compteur d'une manière logicielle.

Solution 11.4 :

1. La résolution de position en actionnement direct (ie. sans l'utilisation d'un réducteur) est de :

$$\frac{2\pi}{2^{20}} = \frac{360^\circ}{1.048576 \cdot 10^6} = 3.43 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ$$

La résolution au bout d'un bras de 350 mm est de

$$350 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{2\pi}{2^{20}} = 2.1 \text{ microns}$$

2. La résolution de position avec un réducteur de rapport 3 est de :

$$\frac{2\pi}{2^{20} \cdot 3} = \frac{360^\circ}{1.048576 \cdot 10^6 \cdot 3} = 1.14 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ$$

La résolution de position avec un réducteur de rapport 3 est de 0.7 microns

Le capteur n'est plus absolu au-delà de 120°