

EXERCICE D'APPLICATION

Exercice 13.1 (Choix d'une carte d'acquisition et de restitution de données)

On considère une application industrielle à instrumenter. Cette application est caractérisée par ses entrées/sorties au niveau des capteurs et actionneurs utilisés. Soit :

- 2 actionneurs tout ou rien avec un temps de réponse de 20 ms ;
- un actionneur à commande continue spécifié par :
 - fréquence maximale de restitution : 3 kHz
 - variation de la tension à fournir : de -5 V à $+5\text{ V}$
 - précision de la tension de commande : 5 mV
- un premier capteur spécifié par :
 - fréquence maximale d'acquisition : 100 Hz
 - variation de la tension fournie par le capteur : 0 à 10 mV
 - précision de mesure : 10 μV
- un deuxième capteur spécifié par :
 - fréquence maximale d'acquisition : 10 kHz
 - variation de la tension fournie par le capteur : 0 à 1 V
 - précision de mesure : 5 mV

Étant donné un ensemble de cartes d'entrées/sorties analogiques et numériques, référencées par les lettres de A à E, le problème consiste à choisir la carte la plus adaptée à cette application. Les caractéristiques de cartes disponibles sont présentées dans le tableau 13.4, page suivante.

Choisir la carte (A à E) correspondant le mieux aux spécifications de l'application. Justifier clairement votre réponse en précisant la ou les caractéristiques des cartes qui conduisent à la rejeter.

Solution

Pour réaliser ce choix de façon rigoureuse, il est nécessaire d'analyser les spécifications de l'application pour les traduire en termes de caractéristiques d'échantillonnage, de quantification, etc. Reprenons l'ensemble des caractéristiques et voyons leurs implications directes :

- 2 actionneurs tout ou rien avec un temps de réponse de 20 ms : cela implique 2 sorties numériques. Le temps de réponse demandé est une condition largement satisfaite par tout système électronique numérique.
- un actionneur à commande continue spécifié par :
 - fréquence maximale de restitution de 3 kHz : cette condition est aussi largement satisfaite, car tout CNA possède un temps de conversion beaucoup plus rapide (inférieur à 10 μs).

TABLEAU 13.4. Caractéristiques des cartes d'entrées/sorties disponibles.

Caractéristiques Référence de la carte	A	B	C	D	E
• Entrées analogiques :					
– nombre d'entrées analogiques	16	8	8	4	8
– fréquence d'échantillonnage	85 kHz	42 kHz	100 kHz	55 kHz	60 kHz
– résolution (bits)	16	12	8	12	12
– tensions d'entrées (V)	[0, 10]	[0, 10]	[0, 10] & [-5, 5]	[0, 10]	[0, 10] & [-5, 5]
– gains programmables	1, 10, 10 ² , 10 ³	1, 10, 10 ² , 10 ³	1, 10, 10 ² , 10 ³	2, 5, 10, 10 ²	1, 10, 10 ² , 10 ³
• Sorties analogiques :					
– nombre de sorties analogiques	16	8	8	4	8
– résolution (bits)	16	12	8	12	12
– tensions de sorties (V)	[0, 10] & [-5, 5]	[0, 10] & [-5, 5]	[-5, + 5]	[-5, + 5]	[0, 10]
• Entrées/sorties numériques :	0	8	4	16	2

- variation de la tension à fournir de -5 V à $+5\text{ V}$: domaine de tension que doit fournir le CNA de la carte.
- précision de la tension de commande de 5 mV : cette précision impose d'avoir un CNA de 10 bits permettant une précision sur une tension maximale de 10 V d'environ 10 mV ($= 10\text{ V}/2^{10}$).
- un premier capteur spécifié par :
 - fréquence maximale d'acquisition de 100 Hz : cette condition conduit à une fréquence d'acquisition d'au moins 200 Hz (théorème de Shannon) : valeur très peu exigeante vis-à-vis du CAN.
 - variation de la tension fournie par le capteur de 0 à 10 mV : ce domaine de tensions très faibles conduit à utiliser un amplificateur programmable dont le gain doit être au moins de $1\ 000$ pour arriver à une plage de valeur compatible avec les CAN, c'est-à-dire de 0 à 10 V .
 - précision de mesure de $10\ \mu\text{V}$: avec le gain de $1\ 000$ qui sera utilisé, cette précision de mesure se traduit par 10 mV , d'où un CAN de 10 bits permettant une précision sur une tension maximale de 10 V d'environ 10 mV ($= 10\text{ V}/2^{10}$).
- un deuxième capteur spécifié par :
 - fréquence maximale d'acquisition de 10 kHz : cette condition conduit à une fréquence d'acquisition d'au moins 20 kHz (théorème de Shannon) : valeur assez exigeante vis-à-vis de la carte et du CAN partagé par plusieurs voies de mesure.
 - variation de la tension fournie par le capteur de 0 à 1 V : ce domaine de tensions conduit à utiliser un amplificateur programmable de gain 10 pour arriver à une plage de valeur compatible avec les CAN, c'est-à-dire de 0 à 10 V .

- précision de mesure de 5 mV : avec le gain de 10 qui sera utilisé, cette précision de mesure se traduit par 50 mV, d'où un CAN de 8 bits permettant une précision sur une tension maximale de 10 V d'environ 40 mV ($= 10 \text{ V}/2^8$).

De plus, par rapport à la caractéristique « fréquence d'échantillonnage » d'une carte d'acquisition, il est important de rappeler que celle-ci correspond à une acquisition sur une voie et donc dans le cas d'une application réalisant une acquisition sur plusieurs voies il est nécessaire de diviser cette fréquence d'échantillonnage par le nombre de voies utilisées. Ainsi, pour l'exemple traité, nous avons 2 voies d'acquisition à utiliser.

Le résultat de cette recherche de la carte adaptée à cette application, il est possible de répondre par la négative, c'est-à-dire les cartes qui ne conviennent pas à cause d'une caractéristique particulière (tableau 13.5) :

- carte A : pas d'entrées/sorties numériques (N.B. : si cette carte était munie de sorties analogiques, il serait tout à fait possible de les utiliser en sorties numériques) ;
- carte C : résolution du CAN (8 bits) trop faible pour un des capteurs (besoin : 10 bits) ;
- carte D : gain programmable limité à 100 (besoin : 1 000) ;
- carte E : domaine de la tension de sortie du CNA uniquement en unipolaire (0 à 10 V) (besoin : -5 V à 5 V).

En résumé, la carte qui répond à toutes les caractéristiques de l'application est la *carte B* :

TABLEAU 13.5. Caractéristiques des cartes d'entrées/sorties qui ne conviennent pas à l'application particulière (en grisé).

Caractéristiques Référence de la carte	A	B	C	D	E
● <i>Entrées analogiques</i> :					
– nombre d'entrées analogiques	16	8	8	4	8
– fréquence d'échantillonnage	85 kHz	42 kHz	100 kHz	55 kHz	60 kHz
– résolution (bits)	16	12	8	12	12
– tensions d'entrées (V)	[0, 10]	[0, 10]	[0, 10] & [-5, 5]	[0, 10]	[0, 10] & [-5, 5]
– gains programmables	1, 10, 10 ² , 10 ³	1, 10, 10 ² , 10 ³	1, 10, 10 ² , 10 ³	2, 5, 10, 10 ²	1, 10, 10 ² , 10 ³
● <i>Sorties analogiques</i> :					
– nombre de sorties analogiques	16	8	8	4	8
– résolution (bits)	16	12	8	12	12
– tensions de sorties (V)	[0, 10] & [-5, 5]	[0, 10] & [-5, 5]	[-5, +5]	[-5, +5]	[0, 10]
● <i>Entrées/sorties numériques</i> :	0	8	4	16	2