

## TD1 Généralités sur la mesure et introduction aux capteurs

### Exercice 1 : Erreur relative et erreur absolue

Compléter le tableau suivant :

Valeur de référence	Erreur relative	Erreur absolue
10 m	1 %	
5 bar		0,1 bar
20 °C		$1 \times 10^{-2}$ °C
105 m <sup>3</sup> /h	0,005	

### Exercice 2 : Erreurs de mesure d'un indicateur de pression

Soit un indicateur de pression ayant une étendue de mesure de 0 à 3 bar. Pour une pression vraie de 930 mbar l'appareil indique 1 bar.

1. Donner l'erreur absolue en mbar, puis l'erreur relative de cette mesure.
2. Même question pour le cas où l'appareil indique 3070 mbar pour une pression vraie de 3 bar.
3. Si l'on ne considère que les erreurs de zéro et d'échelle, donner la mesure en mbar qui correspond à une pression réelle de 1,5 bar.
4. Avec les mêmes hypothèses, donner la pression en réelle en mbar qui correspond à une pression mesurée de 1,5 bar.
5. Avec les mêmes hypothèses, donner la valeur maximale de l'erreur relative.

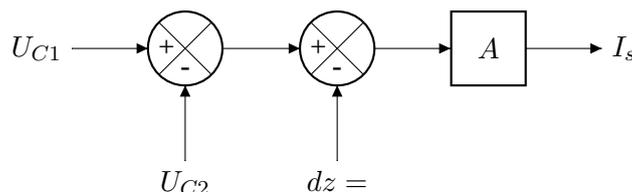
### Exercice 3 : Mesure de débit d'eau de chaux

Pour mesurer un débit d'eau de chaux, on utilise deux capteurs de température C1 et C2, installés de part et d'autre d'une source de chaleur. En fonctionnement, on mesure les tensions suivantes :

Débit	30 l/h	100 l/h
$U_{C1}$ (mV)	100	110
$U_{C2}$ (mV)	200	160

Compléter le schéma suivant de manière à obtenir :

- Un courant  $I_s$  de 4 mA pour un débit de 30 l/h.
- Un courant  $I_s$  de 20 mA pour un débit de 100 l/h.



avec A : le facteur d'amplification du bloc convertisseur tension-courant.

Que valent dz et A ?

## Exercice 4 : Étalonnage

On procède à l'étalonnage de deux capteurs de pression P1 et P2. Les deux capteurs de pression sont étalonnés dans les mêmes conditions, pour une pression connue de 2 bar à 1 % près. Les résultats des différentes mesures sont :

Mesure	0	1	2	3	4	5	6
P1 (mbar)	2030	2005	1995	2001	1999	2004	1997
P2 (mbar)	2031	2001	2002	2000	2001	2001	2002

On néglige la correction de Student et on ne tient pas compte de la mesure 0 qui est une erreur de l'opérateur :

1. Calculer pour P1 la mesure la plus probable.
2. Calculer pour P2 la mesure la plus probable.
3. Calculer pour P1 l'écart-type des mesures.
4. Calculer pour P2 l'écart-type des mesures.
5. Quel est le capteur le plus fidèle ?
6. Quel est le capteur le plus juste ?
7. Comment peut-on éviter d'être sensible à l'erreur de l'opérateur ?

## Exercice 5 : Capteur non linéaire

1. On dispose d'un capteur non linéaire de température dans la gamme 0–300 °C, de sensibilité moyenne :
  - 0,85 mV/°C sur la plage 0–80 °C,
  - 0,79 mV/°C de 80 °C à 180 °C,
  - 0,70 mV/°C de 180 °C à 300 °C.

Ce capteur fournit une tension de 520 mV à 0 °C. Quelle est son indication à 300 °C ?

2. Ce capteur n'est pas strictement réversible (phénomène d'hystérésis). Les sensibilités lors de la descente en température sont :
  - 0,69 mV/°C de 300 °C à 180 °C,
  - 0,77 mV/°C de 180 °C à 80 °C,
  - 0,83 mV/°C sur la plage 80–0 °C.

Calculer le défaut de réversibilité au voisinage de 0 °C.