

MC43. Final printemps 2013.

Calculatrice et documents non autorisés.

La présentation de la copie et la rédaction des réponses sont prises en compte dans le barème.

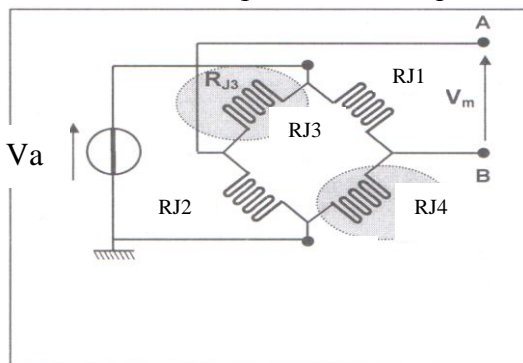
Exercice 1 : Montage potentiométrique d'une résistance thermométrique.

On désire mesurer la température par une résistance thermométrique de nickel dont le comportement avec la température T exprimée en $^{\circ}\text{C}$ est donné par $R_{(T)}=R_0 \times (1+AT+BT^2)$ avec $R_0=100\Omega$, $A=5,49167 \times 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ et $B=6,66667 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-2}$. La résistance thermométrique est montée en série avec une résistance fixe R et le tout est alimenté par une source de tension $V_g=1\text{V}$ et de résistance interne $R_g=50\Omega$.

- 1.1) **Donner** l'expression de la mesure $V_{\text{MES}(T)}$ prise aux bornes de la résistance thermométrique.
- 1.2) On choisit comme référence de température $T_0=0^{\circ}\text{C}$ et on limite l'étendue de la mesure à $E_m = \pm 10^{\circ}\text{C}$. **Donner** l'expression de la variation $\Delta R_{(T)}$ de la valeur de la résistance thermométrique pour une température T à partir de la référence prise pour T_0 .
- 1.3) **En déduire** la variation ΔV_{MES} correspondante.
- 1.4) Quelle valeur donner à R pour avoir un maximum de sensibilité (on ne considérera que la partie linéaire $\Delta V_{\text{MES,LIN}}$ de l'expression ΔV_{MES} ?
- 1.5) **Donner** dans ce cas l'expression de la sensibilité en fonction de A , B et T .
- 1.6) Que devient cette sensibilité dans le cas d'une approximation linéaire du fonctionnement ?

Exercice 2 : Capteur de Force.

On va étudier un capteur de force qui utilise 4 jauges d'extensiométrie.



$$\text{On a } R_{J1}=R_{J2}=R_0+\Delta R_C+\Delta R_T$$

Avec R_J : résistance totale de la jauge J

ΔR_C variation de résistance due à la force.

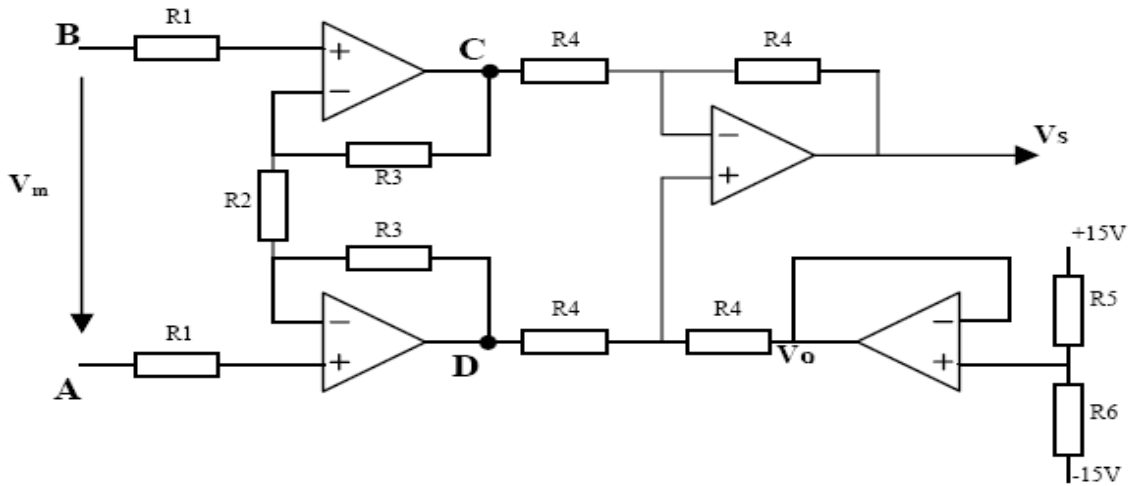
ΔR_T variation de résistance due à la température

$$\text{On a } R_{J3}=R_{J4}=R_0+\Delta R_T$$

On suppose que $\Delta R_C/R_0 \ll 1$ et $\Delta R_T/R_0 \ll 1$

- 2.1) Quel est le nom du montage formé par les 4 jauges ?
- 2.2) **Exprimer** la tension V_A en fonction de V_a , R_{J2} et R_{J3} .
- 2.3) **Exprimer** la tension V_B en fonction de V_a , R_{J1} et R_{J4} .
- 2.4) **Démontrer** que $V_m \approx K \times \frac{\Delta R_C}{R_0} \times V_a$. Vous préciserez la valeur de K . Quel est l'intérêt du montage avec 4 jauges ?

La tension V_m est amplifiée par le montage différentiel de la figure ci-dessous :



- 2.5) **Justifier** l'utilisation d'un tel montage.
- 2.6) **Exprimer** la tension de sortie V_s en fonction de V_m , V_o et des différentes résistances.
- 2.7) **Exprimer** V_o en fonction de R_5 et R_6 .

La tension V_s est appliquée à un convertisseur analogique numérique ayant une plage d'entrée allant de 0 à 3,3V.

La plage de variation de V_m est de V_{m0} à V_{m1} avec $0 < V_{m0} < V_{m1} < 3,3V$. Les AOP sont alimentés en +15V et -15V.

- 2.8) **Exprimer** les rapports $k_1 = R_5 / R_6$ et $k_2 = R_2 / R_3$ pour adapter V_s à la plage d'entrée du CAN.

Exercice 3 : Mesure de température avec un thermocouple.

On mesure la température d'un four à l'aide d'un thermocouple de type K, constitué de Chromel (Ni-Cr) et d'Alumel (Ni-Al). Sa fem de Seebeck est donnée dans le tableau 1 en fonction de la température T en degré Celsius.

T (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	4096	4138	4179	4220	4262	4303	4344	4385	4427	4468
110	4509	4550	4591	4633	4674	4715	4756	4797	4838	4879
120	4920	4961	5002	5043	5084	5124	5165	5206	5247	5288
130	5328	5369	5410	5450	5491	5532	5572	5613	5653	5694
140	5735	5775	5815	5856	5896	5937	5977	6017	6058	6098

Tableau 1 – fem de Seebeck $E_{NiCr/NiAl}^{T-0°C}$ (μV)

- 3.1) L'effet Seebeck résulte des effets Peltier et Thomson. **Décrire** chacun de ces trois effets. **Illustrer** vos propos.

- 3.2) Le thermocouple est connecté à un appareil de mesure (microvoltmètre) de grande impédance d'entrée (figure 3(a)). Ses bornes sont à 0 °C. Il indique une tension $V_{mes0} = 5104 \mu V$. Quelle est la température de la soudure chaude ?

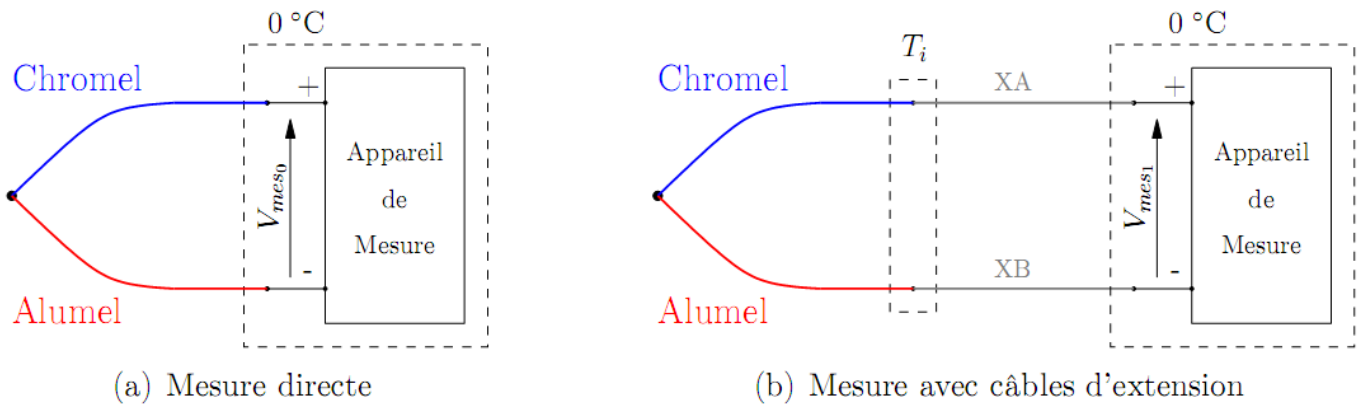


Figure 3 – Principe de la mesure

Le microvoltmètre doit pour des raisons pratiques se trouver à une certaine distance du thermocouple de mesure. Comme vous pouvez le voir sur la figure 3(b), on place donc entre la sonde et l'appareil de mesure des câbles de compensation (XA et XB). Soit T_i , la température à laquelle se trouvent les jonctions entre les câbles de compensation et le thermocouple.

- 3.3) Pourquoi utilise-t-on de tels câbles pour réaliser les connexions ? Quelles caractéristiques doivent avoir ces câbles afin de réaliser une mesure correcte ?
- 3.4) Qu'appelle-t-on compensation de soudure froide ? **Expliquer** l'utilité d'un tel dispositif.

Exercice 4 : Mesure de vitesse et de position

- 4.1) Quel est le principe de fonctionnement d'un codeur incrémental ? Quelle est la forme des signaux issus de ce capteur ? Comment ces signaux sont-ils exploités ?
- 4.2) Quelles sont les différences entre un codeur incrémental et un codeur absolu ?

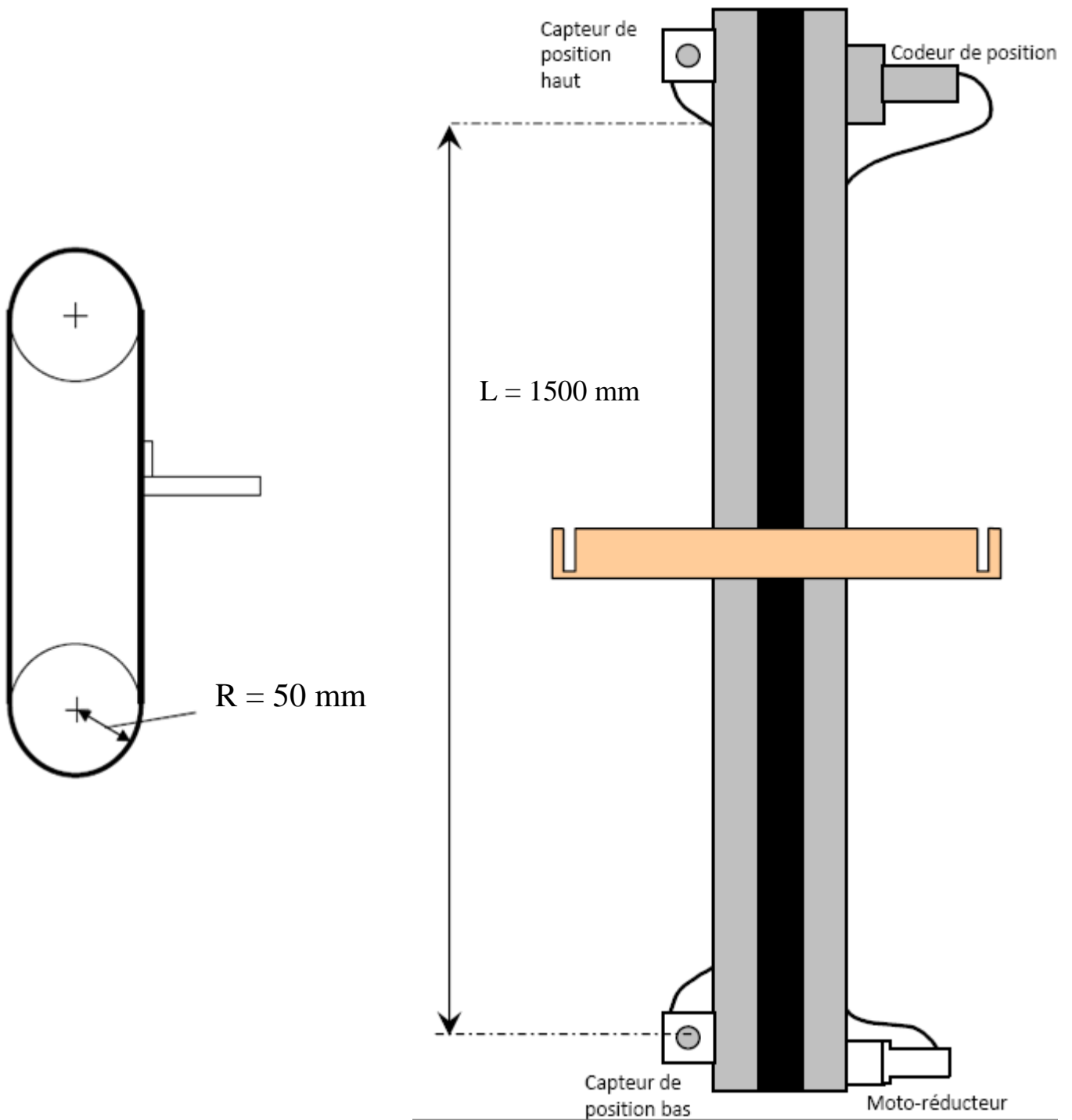
On veut asservir la position d'un axe vertical. (Voir schéma page suivante) Un motoréducteur entraîne un système poulie courroie qui convertit le mouvement de rotation en mouvement de translation. Le rayon de la poulie est de 50 mm.

Cahier des charges:

Asservissement de position
Précision du positionnement: $dl < 5 \text{ mm}$
Tension d'alimentation: 5 V

Vitesse maximale du plateau: $V_{max} = 0,5 \text{ m/s}$
Amplitude du déplacement: $L = 1500 \text{ mm}$
Transmission différentielle des signaux

On prendra $\pi = 3$ pour les calculs.



4.3) **Calculer** la résolution minimale du codeur de position nécessaire pour mesurer la position.

On prendra un codeur de résolution 100 points par tour. (Valeur différente de la valeur calculée à la question précédente).

4.4) Quel doit être le nombre de bits du compteur binaire permettant de compter les impulsions issues du codeur pour tout le déplacement de l'axe ? Quelle est la fréquence maximale des impulsions ?