Compte Rendu TP1 - Systèmes électroniques

MISE EN OEUVRE D'UNE METHODE DE MESURE APPLICATION A UNE JAUGE DE CONTRAINTE

Réalisé par :
Rayan DAGHBOUJI
Ahmed BOUDOKHANE
Ilef KRAMIA
Hiba EL KADDIOUI
Nouhaila ADIL

Encadré par : Dharmendra SINGH
École d'Ingénieurs du Littoral Côte d'Opale
Année universitaire 2024-2025

21 Octobre 2024

Contents

List of Figures

List of Tables

Pont de Wheatstone

Le pont de Wheatstone est un circuit composé de quatre résistances en pont : R_1, R_2, R_3, et R_j. La tension d'alimentation U_{al} est appliquée entre les points A et C du pont. Les tensions V_b et V_d sont mesurées respectivement aux points B et D.

1 Calcul des tensions V_b et V_d

1.1 Tension V_b

La tension V_b est la chute de tension à travers R_2 et R_j, donc :

$$V_b = U_{al} \times \frac{R_j}{R_2 + R_j}$$

1.2 Tension V_d

De même, la tension V_d est la chute de tension à travers R_3 et R_1, donc :

$$V_d = U_{al} \times \frac{R_3}{R_3 + R_1}$$

2 Calcul de la tension de déséquilibre u_d

La tension de déséquilibre u_d est donnée par la différence entre V_b et V_d :

$$u_d = U_{al} \left(\frac{R_j}{R_j + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_1} \right)$$

3 Condition d'équilibre du pont

On dit que le pont est équilibré lorsque $u_d = 0$. En partant de l'expression de la tension de déséquilibre :

$$u_d = U_{al} \left(\frac{R_j}{R_j + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_1} \right)$$

Pour que $u_d = 0$, il faut que :

$$\frac{R_j}{R_j + R_2} = \frac{R_3}{R_3 + R_1}$$

Cette relation implique que, lorsque le pont est équilibré, le rapport des résistances dans chaque branche du pont doit être égal, c'est-à-dire :

$$\frac{R_j}{R_2} = \frac{R_3}{R_1}$$

4 Sensibilité du dispositif

La sensibilité du dispositif autour de l'équilibre peut être déterminée en supposant que $\delta R_j \ll R_{0j}$, où R_{0j} est la valeur nominale de R_j. La sensibilité s est alors donnée par l'expression suivante :

$$s = \frac{u_d}{\delta R_j} = U_{al} \times \frac{R_1}{(R_1 + R_3)^2}$$

4.1 Cas particulier : $R_1 = R_2 = R_3 = R_{0j}$

Lorsque $R_1 = R_2 = R_3 = R_{0j}$, la relation devient :

$$u_d = U_{al} \times \frac{\delta R_j}{4R_{0j}}$$

La sensibilité s dans ce cas est donc :

$$s = \frac{U_{al}}{4R_{0j}}$$

Cela donne une sensibilité numérique en fonction de la valeur de R_{0j}.

5 Manipulation

5.1 Figure 1 : Montage expérimental du pont de Wheatstone

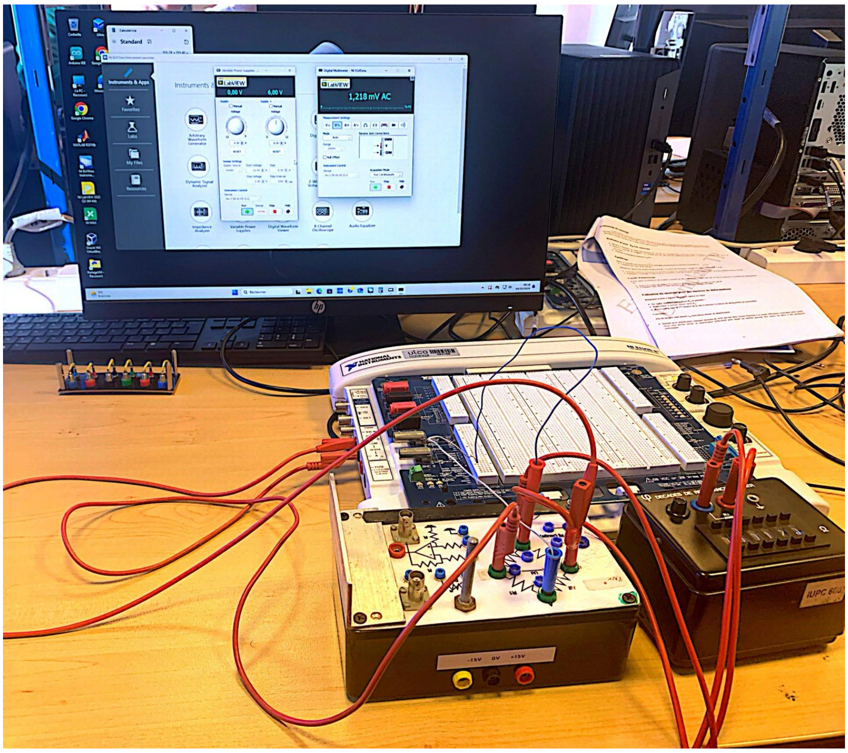

Figure 1: Montage expérimental du pont de Wheatstone

5.2 Essai de mesure directe de la déformation

Échelon	Résistance (Ω)
0	120,15
1	120,23
2	120,27
3	120,32
4	120,39
5	120,45

Table 1: Tableau des résistances mesurées en fonction de l'échelon.

5.3 Courbe de Résistance en fonction de l'échelon

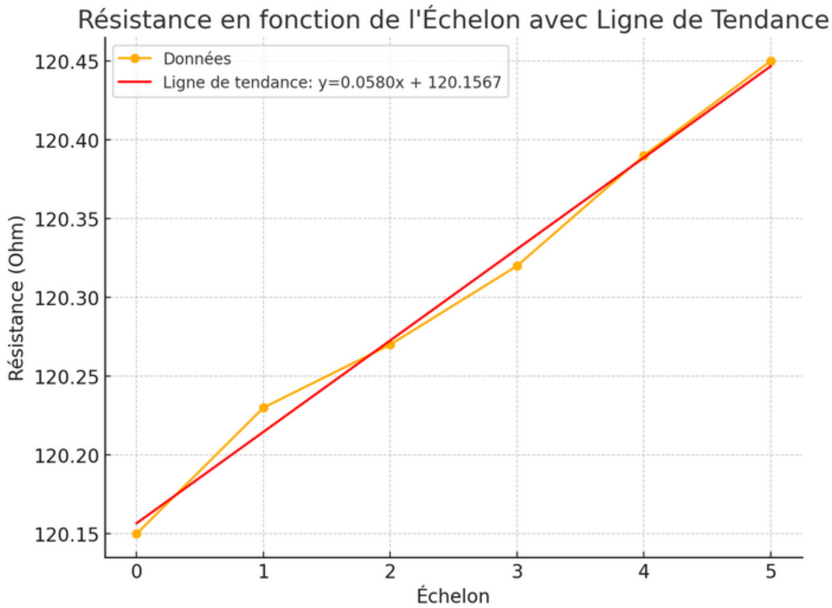

Figure 2: Résistance en fonction de l'échelon avec ligne de tendance

5.4 Calcul de la sensibilité

L'équation de la courbe est de la forme :

$$Y = A \cdot x + B$$

Avec :

$$A = \frac{120.32 - 120.27}{3 - 2} = 0.05\,\Omega/\text{Échelon}$$

Sachant qu'un échelon correspond à 5 mm, la sensibilité devient :

$$a = \frac{0.05}{5} = 0.01\,\Omega/\text{mm}$$

La valeur de B est égale à la résistance initiale :

$$B = 120.15\,\Omega$$

Ainsi, l'équation de la ligne devient :

$$Y = 0.01 \cdot x + 120.15$$

La sensibilité de la jauge est donc :

$$\text{Sensibilité} = 0.01\,\Omega/\text{mm}$$

5.5 Conclusion

La sensibilité calculée de $0.01\,\Omega/\text{mm}$ indique que la jauge est capable de détecter des variations très faibles de déformation. Cela montre que la jauge est suffisamment sensible pour mesurer les changements minimes dans la structure, ce qui est crucial pour les applications nécessitant une haute précision.

Utilisation d'un montage amplificateur différentiel

Préparation

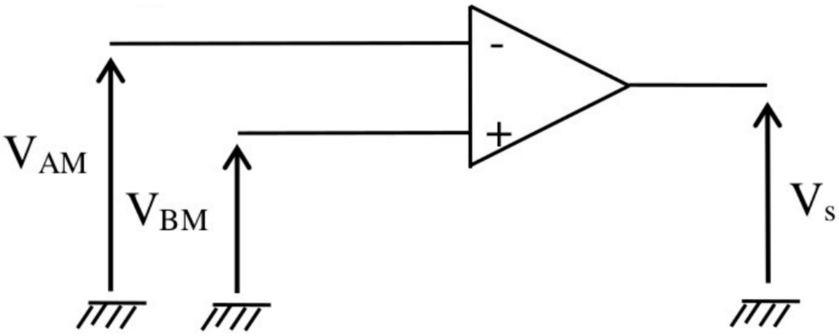

Figure 3: Montage expérimental de l'amplificateur différentiel

Définitions des grandeurs caractéristiques : A_d, A_{MC} **et** T_{RMC}

1. A_d : Gain différentiel
2. A_{MC} : Gain en mode commun
3. T_{RMC} : Taux de réjection en mode commun

Expression de V_s

$$V_s = A_d(V_{bm} - V_{am}) + A_{MC}\left(\frac{V_{bm} + V_{am}}{2}\right)$$

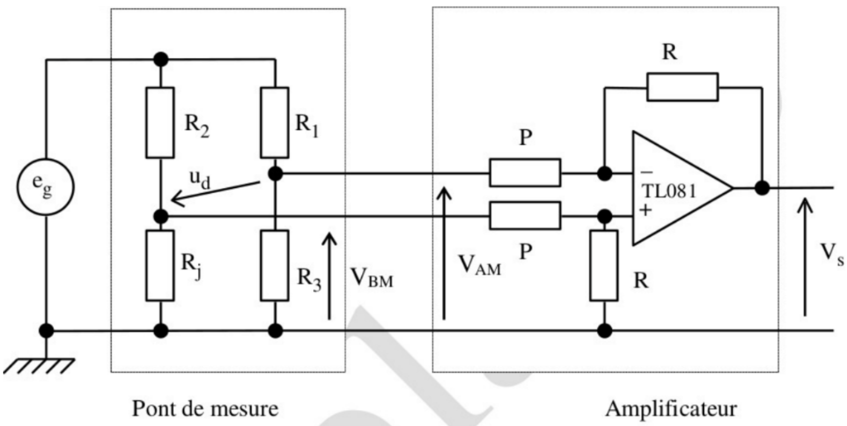

Figure 4: Montage expérimental de l'emplificateur et du pont de mesure

Calcul de A_d

D'après le théorème de Millman, on a :

$$V^- = \frac{\left(\frac{V_s}{R}\right) + \left(\frac{V_{am}}{P}\right)}{\left(\frac{1}{R}\right) + \left(\frac{1}{P}\right)} = \frac{PV_s + RV_{am}}{R + P}$$

$$V^+ = \frac{\frac{V_{bm}}{P}}{\left(\frac{1}{R}\right) + \left(\frac{1}{P}\right)} = \frac{RV_{bm}}{R + P}$$

Étant donné que $\epsilon = 0$, on a $V^- = V^+$, donc :

$$PV_s + RV_{am} = RV_{bm} \quad \Rightarrow \quad V_s = \frac{R}{P}(V_{bm} - V_{am})$$

Ainsi, le gain différentiel A_d est donné par :

$$A_d = \frac{R}{P} = \frac{820}{10} = 82 \quad \Rightarrow \quad A_d = 38,28\,\mathrm{dB}$$

Bande passante (notée Bp)

$$A_d \times Bp = 4\,\mathrm{MHz} \quad \Rightarrow \quad Bp = \frac{4 \times 10^6}{82} = 12,2\,\mathrm{kHz}$$