TP N°2

PONT DE WHEATSTONE

1 INTRODUCTION

IL s'agit de déterminer la valeur d'une résistance inconnue à l'aide de trois résistances étalons de valeurs connues. Le montage utilisé est appelé le montage du pont de Wheatstone.

2. RAPPEL THEORIQUE

2.1 Principe

Le pont de Wheatstone est montré dans la figure 1. IL est constitué de quatre résistances formant un losange dont l'une des diagonales contient un galvanomètre (ou tout appareil de détection de zéro) qui est utilisé pour la détection d'équilibre du pont. Un générateur de tension continue alimente l'ensemble, placé à l'extérieur des deux autres sommets du losange.
On dit que le pont est équilibré si le galvanomètre n'est traversé par aucun courant. Dans ce cas la différence de potentiel aux bornes du galvanomètre est nulle. L'équilibre du pont peut être réalisé par l'agissements sur l'une des trois résistances. L'équilibre du pont permet de déduire facilement que :

$$R_x = \frac{PR}{Q}$$

En pratique la détection de zéro n'est pas facile ; car les variations des résistances étalons ne sont pas continues cela d'une part et d'autre part la valeur zéro n'est pas toujours accessibles à nos sens. D'où l'utilisation d'une méthode d'interpolation pour la détermination de la valeur zéro.

A : Manipulation une

A1. PARTIE THEORIQUE

Considérons le circuit de la figure suivante comprenant quatre résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_X
Un galvanomètre G et un générateur de tension E (fixé a 10 V).

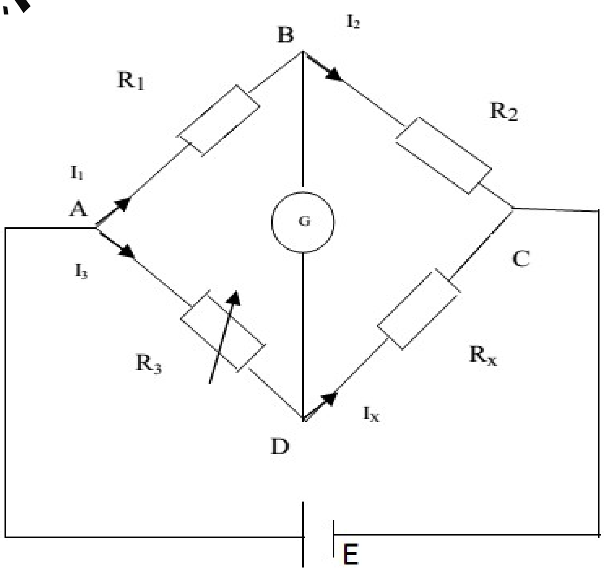

Figure 2

Condition d'équilibre :

Si les résistances R_1 , R_2 , R_3 , et Rx sont quelconques, le galvanomètre est traversé par un courant i_g .

Pour une valeur particulière des résistances, le galvanomètre indique un courant $i_g = 0$. Lorsque ceci est réalisé on dit que le pont est équilibré et par conséquent le courant qui passe dans R_1 est le même que celui qui passe dans R_2.

$I_1 = I_2$ et $I_3 = I_4$

Montrer que : $R_1/ R_2 = R_3/ R_X$

1. Réaliser le montage (Figure 2)
2. Fixer les valeurs des résistances R_1, R_2 où :
   - R_1 : résistance constante d'une valeur de 1 KΩ
   - R_2 : résistance variable
   - R_3 : résistance variable (pour l'obtention de l'équilibre)
   - R_X : résistance inconnue (à définir)

2. Pour chaque valeur de la résistance R_2 définie dans le tableau, faire varier la résistance R_3 jusqu'à l'obtention de l'équilibre dans le galvanomètre.

Présenter les résultats selon le tableau suivant :

R_2	R_3 à l'équilibre
200 Ω	
400 Ω	
600 Ω	
800 Ω	
1KΩ	

3. Tracer la variation de la fonction $R_3 = f(R_2)$
4. En déduire la valeur de la résistance inconnue R_X.
5. **Conclusion**

B : Manipulation deux :

B1 : Procédure de la détermination de zéro.

Prenant un galvanomètre à zéro milieu. En donnant à R une valeur (par exemple R_1) pour laquelle on a une déviation du galvanomètre (à zéro milieu) à droite (θ_1) ensuite on lui donne une autre valeur de $R_2 = R_1 + \rho$ de telle sorte qu'on aura une déviation à gauche ((θ_2). Si on suppose que les valeurs des résistances sont proportionnelles avec les déviations alors on peut avoir la relation linéaire entre la résistance et la déviation comme le montre la figure 3. D'où on déduit la valeur de la résistance pour la quelle la déviation est nulle. Cette valeur R_0 est déterminée par la relation suivante:

$$R_0 = R_1 + \rho \frac{\theta_1}{\theta_1 - \theta_2}$$

B2 : Erreurs de la méthode

En plus des erreurs de construction des trois résistances étalons utilisées pour la détermination de la résistance inconnue R_x on a l'erreur systématique qui est due à la méthode (détermination de zéro).

$$\frac{\Delta R_X}{R_X} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta Q}{Q} + \frac{\Delta R_0}{R_0}$$

Les deux premiers termes représentent les erreurs de construction et le troisième terme correspond à l'erreur de construction plus l'erreur de la détermination de zéro. Le résultat final après le calcul du troisième terme est:

$$\frac{\Delta R_X}{R_X} = \left(\frac{\Delta P}{P}\right)_c + \left(\frac{\Delta Q}{Q}\right)_c + \left(\frac{\Delta R_0}{R_0}\right)_c + \frac{\rho}{R_0}\frac{\Delta\theta}{\theta_1 - \theta_2}$$

Si on prend :

$\left(\frac{\Delta P}{P}\right)_c = \left(\frac{\Delta Q}{Q}\right)_c = \left(\frac{\Delta R_0}{R_0}\right)_c = \varepsilon$; Donc on aura :

$$\frac{\Delta R_X}{R_X} = 3\varepsilon + \frac{\rho}{R_0}\frac{\Delta\theta}{\theta_1 - \theta_2}$$

- **<u>Remarque</u>**

D'une manière générale il faut choisit R assez grand pour l'erreur due à la détermination de zéro soit négligeable devant l'erreur de construction.

B3 : MATERIEL NECESSAIRE

- Générateur;
- 03 boites de résistances à décades variables (x1000 ; x100, x10, x1);
- 01 résistance inconnue R_x à mesurer;
- 01 Galvanomètre ou un appareil de détection de zéro;
- 01 interrupteur.

B4 : MANIPULATION

- Réaliser le montage de la figure 1.
- Fixer les résistances P, Q et R à 10kΩ
- Mettre le générateur de tension sur une faible valeur (1V)
- Mettre le zéro du galvanomètre, puis alimenter le pont.
- varier la résistance R en partant de la boite de multiple de 1000 jusqu'à l'obtention du changement de déviation du spot du galvanomètre; ensuite utiliser la deuxième boite de résistance (x100) et ainsi de suite (x10 et x1). Une fois vous avez obtenu la valeur de R ($R = R_0$) pour laquelle vous avez pratiquement l'équilibre, procéder à la deuxième étape:
- Ajouter à R_0 une certaine valeur jusqu'à l'obtention d'une valeur de déviation (θ_1) dans un sens. Ensuite diminuer la valeur de R_0 avec la même valeur que vous avez rajoutée jusqu'à l'obtention de la déviation dans l'autre sens.
- Prendre les résultats et déterminer la valeur de R_X en utilisant l'interpolation (figure 3).

- Faire le calcul des erreurs.

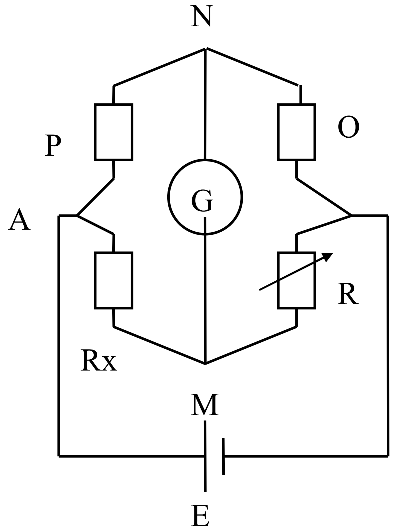

Fig. 1: Pont de Wheatstone

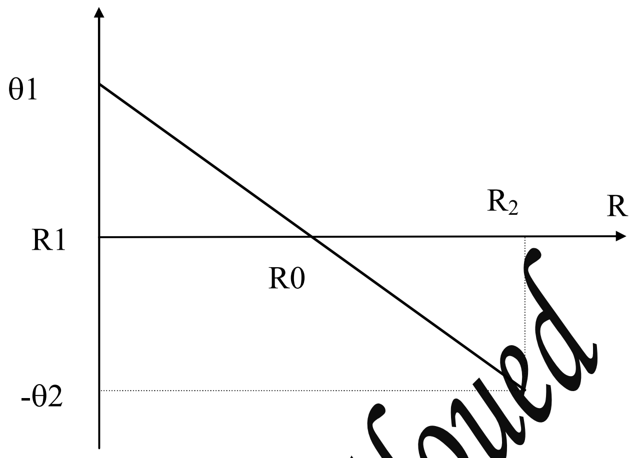

Fig.3: Relation entre la résistance et la déviation