

## TP n°2 Ampli Instrumentation

### Application : « la balance électronique »

#### 1- Montage à un AOP :

✓ **Principe**

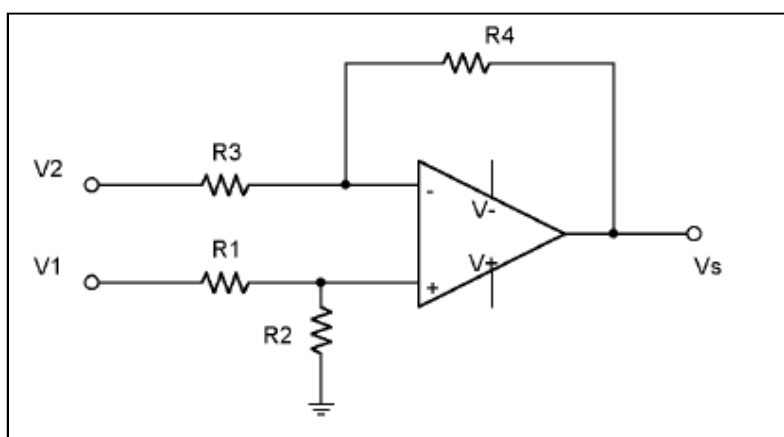


Figure 1: schéma électrique de l'amplificateur de différence

- ✓ Rappelez le but de l'amplificateur d'instrumentation et ses caractéristiques essentielles.
- ✓ En supposant l'amplificateur opérationnel parfait, trouvez la relation liant  $V_s$  en fonction des deux tensions d'entrée  $V_1$  et  $V_2$ .
- ✓ On introduit les tensions  $V_{mc}$  et  $V_d$  respectivement tension de mode commun et tension différentielle définies ci dessous :

$$V_{mc} = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad \text{et} \quad V_d = V_1 - V_2$$

- ✓ Donnez la nouvelle relation  $V_s$  en fonction de  $V_{mc}$  et  $V_d$ . En déduire le gain en mode commun  $G_{mc}$  et le gain en mode différentiel  $G_d$  définis comme suit :

$$V_s = G_d V_d + G_{mc} V_{mc}$$

Le taux de réjection du mode commun TRMC exprimé en décibel est défini par la relation suivante :

$$T_{RMC} = 20 \text{ Log} \left( \left| \frac{G_d}{G_{mc}} \right| \right)$$

On posera  $R_1 = R_3$  et  $R_2 = R_4$ .

- ✓ Calculez le taux de réjection du mode commun dans ce cas particulier.

En fait, en raison des tolérances sur les composants (5%), l'égalité entre ces résistances est irréalisable. On posera  $x = \Delta R/R$  la sensibilité résistive identique pour chacune des résistances ( $x < 1$ )

- ✓ Calculez dans le pire des cas, représenté sur la figure 2, le gain en mode commun. On admettra que le gain différentiel  $G_d$  reste inchangé, calculez le taux de réjection du mode commun TRMC de ce montage ( $x=0.05$ ).

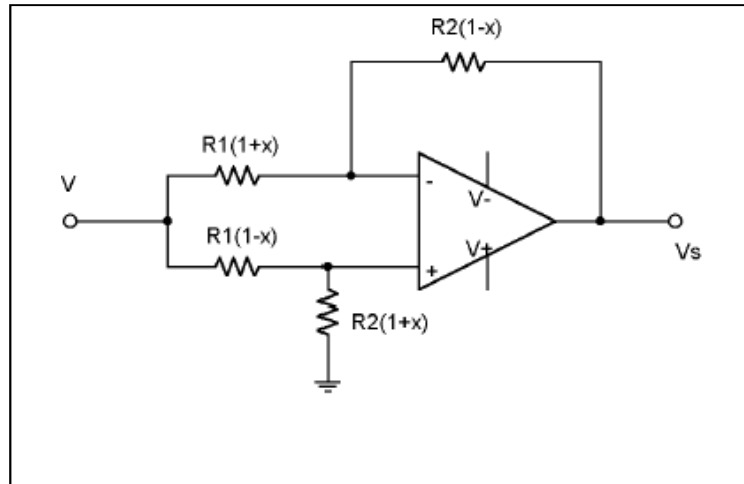


Figure 2: schéma électrique de l'amplificateur de différence compte tenu des dispersions sur les résistances.

## ✓ Réalisation pratique

On utilisera l'amplificateur opérationnel TL081,  $R1 = R3 = 1.2 \text{ K}\Omega$  et  $R2 = R4 = 120 \text{ K}\Omega$  (tolérance 5 %). On découplera les alimentations à l'aide de deux capacités de 100 nF.

## ✓ Mesures expérimentales

### • mesures de gains et du TRMC

On se place en mode sinusoïdal à une fréquence de 1 KHz.

- ✓ Mesurez le gain différentiel, le gain en mode commun. En déduire le TRMC. Comparez le taux de réjection en mode commun expérimental à la valeur théorique compte tenu de la tolérance des composants. Conclure.
- ✓ Dans cette étude, on a négligé le TRMC de l'amplificateur opérationnel du TL081 donné par la documentation technique. Qu'en pensez vous ?

### • mesures des impédances d'entrée

On peut définir deux impédances d'entrée vues de l'entrée non inverseuse  $V1$  et de l'entrée inverseuse  $V2$  respectivement.

- ✓ Calculez et mesurez ces deux impédances en n'alimentant successivement qu'une seule des deux entrées. Conclure.

### • mesure de la bande passante de l'amplificateur différentiel

- ✓ Mesurez la fréquence de coupure du montage. A l'aide du produit (gain \* bande passante) donné par la documentation technique, comparez votre mesure à la fréquence de coupure théorique.
- ✓ Conclure sur les avantages et inconvénients d'un tel montage.

## 2- Amplificateur d'instrumentation à trois amplificateurs : INA 114

### ✓ **Principe**

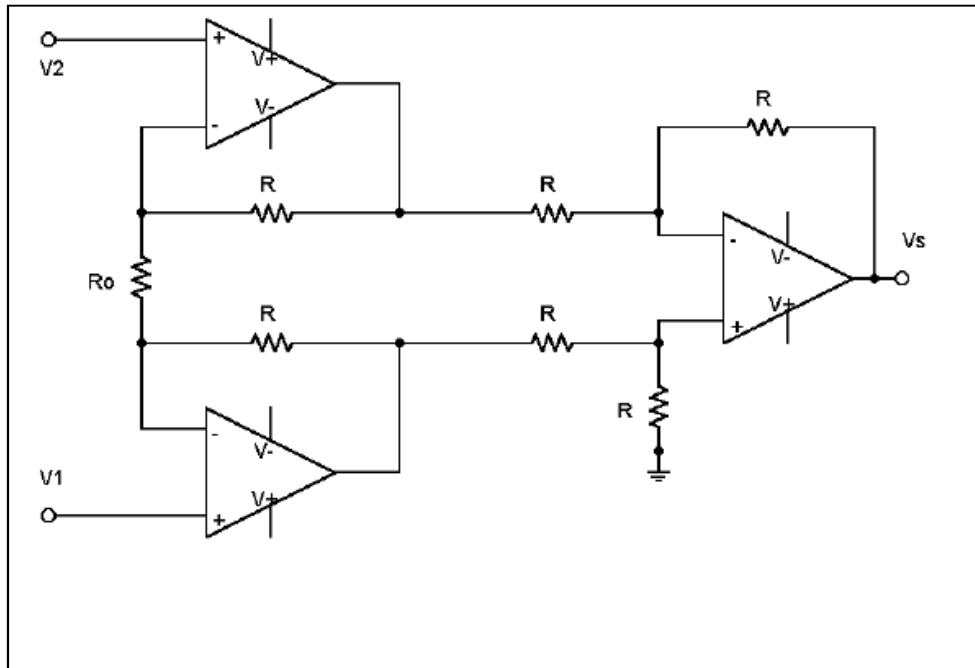


Figure 3: schéma électrique de l'amplificateur d'instrumentation à trois amplificateurs

- ✓ Trouvez la relation liant  $V_s$  et les entrées  $V_1$  et  $V_2$ . Le gain en mode différentiel est-il facilement ajustable ? Le montage est-il symétrique quant aux entrées inverseuses et non inverseuses ?
- ✓ Calculez le taux de réjection en mode commun de ce montage.

### ✓ **Réalisation pratique**

On câblera l'INA 114 selon la notice technique afin d'obtenir un gain différentiel égal à 100. Les alimentations seront découplées à l'aide de deux capacités de 100 nF. La patte 5 sera connectée à la masse.

### ✓ **Mesures**

On se place en mode sinusoïdal à une fréquence de 1 KHz.

- ✓ Comme précédemment, mesurez le gain différentiel, le gain en mode commun. En déduire le TRMC. Mesurez également la fréquence de coupure du montage.
- ✓
- ✓ Comparez toutes ces valeurs à celles données dans la documentation technique. Quels sont les avantages de l'amplificateur d'instrumentation INA 114 par rapport à l'amplificateur de différence étudié précédemment ?

## 3- Application : la balance électronique

### ✓ Principe

Une jauge de contrainte collée sur une « poutre » est câblée dans un pont de Wheatstone selon la figure 4.

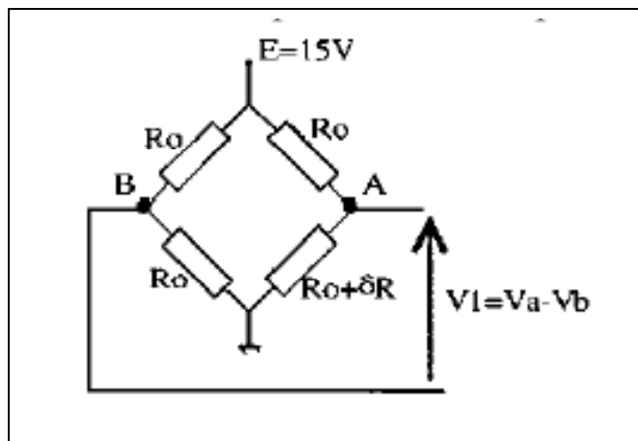


Figure 4: schéma électrique du pont de Wheatstone

$\delta r$  représente la variation de résistance de la jauge de contrainte quand on applique sur la jauge, une contrainte ( $\delta r \ll 1$ ). En posant une masse sur la poutre, la jauge se déforme et l'on obtient en sortie du pont une tension ( $V_a - V_b$ ) proportionnelle à la masse mesurée. C'est le principe de mesure de la balance électronique.

✓ Montrez que :

$$V_a \approx \frac{E}{2} + E \cdot \frac{\delta R}{4R_0} \quad \text{et} \quad V_b = E/2$$

Sachant que la tension en mode commun est très importante devant la tension différentielle, un amplificateur d'instrumentation est indispensable pour amplifier et effectuer des mesures correctes de masse.

### ✓ Réalisation pratique

On utilisera :

Le pont de Wheatstone issu d'une balance de cuisine commercialisée sous la marque « Terrillon quartz L »

L'amplificateur d'instrumentation INA 114 avec une résistance  $R_g$  de 50 Ohms

Une série de masses étalonnées de 10g à 500g.

### ✓ Mesures

- ✓ Tracez la caractéristique  $V_s = f(m)$  avec  $V_s$  tension de sortie de l'INA 114 et  $m$  la masse mesurée. Déterminer l'expression mathématique  $V_s = f(m)$ . Il faudra prendre en compte la tension résiduelle lorsqu'aucune masse n'est placée sur la poutre.
- ✓ Mesurer  $V_s$  pour une masse égale à 1gramme. Quelle est la précision de votre montage ?
- ✓ Utilisez votre montage pour mesurer la masse d'un objet de votre choix et comparez votre mesure à celle donnée par une balance commerciale.