

# Capteurs & Métrologie

## Conditionneurs des capteurs passifs

### 1) Montages utilisés avec les capteurs passifs dont l'impédance est résistive

Il est nécessaire d'avoir un circuit électrique/électronique pour détecter les variations d'impédance d'un capteur passif. Lorsque l'impédance qui varie en fonction du mesurande est une résistance  $R_c$ , on doit insérer celle-ci dans un circuit qui peut être :

- Montage potentiométrique ;
- Montage dans un pont de Wheatstone ;
- Montage dans un amplificateur.

# Capteurs & Métrologie

## Conditionneurs des capteurs passifs

### 1) Montages utilisés avec les capteurs passifs dont l'impédance est résistive

#### Montage potentiométrique

Le capteur de résistance **Rc** en série avec une résistance **R1** est alimenté par une source de résistance interne **Rs** et de f.e.m. **es**, continue ou alternative. La tension **Vm** est mesurée aux bornes du capteur par un appareil de résistance d'entrée **Rd**.

Selon les lois d'électroniques, on peut écrire :

$$e_s = (R_s + R_1 + R_c).I$$

$$V_m = R_c.I$$

$$I = \frac{V_m}{R_c}$$

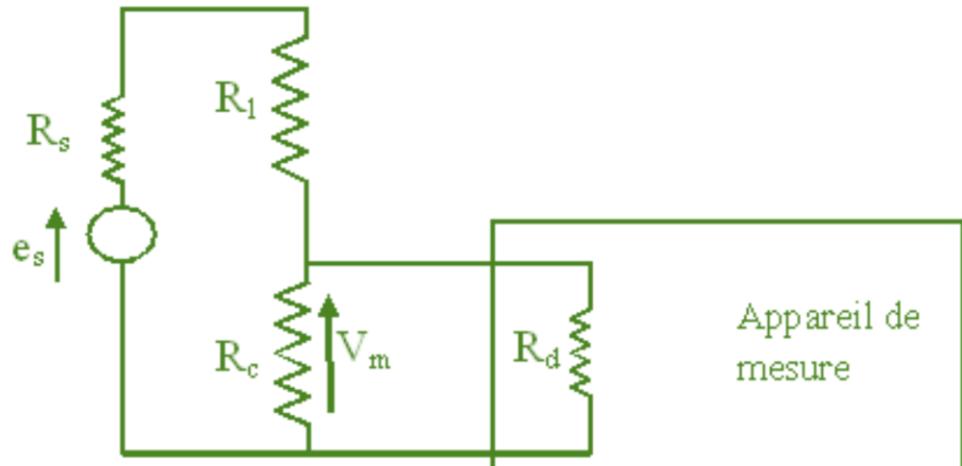
Donc :

$$e_s = (R_s + R_1 + R_c) \cdot \frac{V_m}{R_c}$$

$$V_m = \frac{R_c}{R_s + R_1 + R_c} \cdot e_s$$

Comme  $R_s$  est négligeable donc on a :

$$V_m = \frac{R_c}{R_1 + R_c} \cdot e_s$$



Montage potentiométrique

# Capteurs & Métrologie

## Conditionneurs des capteurs passifs

### 1) Montages utilisés avec les capteurs passifs dont l'impédance est résistive

#### Montage potentiométrique

**Montage Push-pull:** On reprend le montage potentiomètre et on remplace la résistance fixe **R1** par un second capteur, identique au premier mais dont les variations sont de signe contraire **R1 = R<sub>c0</sub> - ΔR<sub>c</sub>**. Cette association de deux capteurs fonctionnant en opposition est dite **Push-pull**.

Avec :

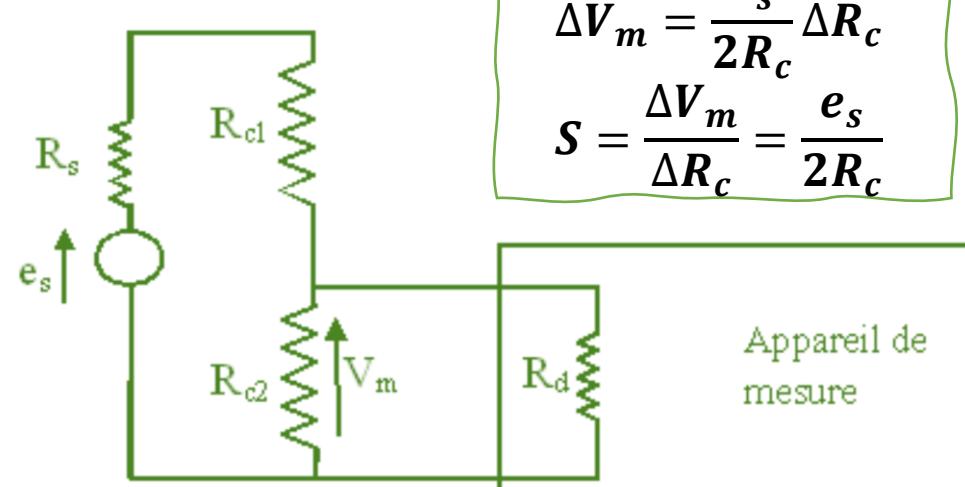
$$\left\{ \begin{array}{l} R_{c1} = R_c - \Delta R_c \\ R_{c2} = R_c + \Delta R_c \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} e_s = (R_c - \Delta R_c).I + (R_c + \Delta R_c).I \\ I = \frac{V_m}{R_c + \Delta R_c} \end{array} \right.$$

$$e_s = \frac{V_m}{R_c + \Delta R_c} (R_c - \Delta R_c + R_c + \Delta R_c)$$

$$e_s = \frac{V_m}{R_c + \Delta R_c} (2.R_c)$$

$$V_m = e_s \cdot \frac{R_c + \Delta R_c}{2.R_c}$$



Montage potentiométrique

# Capteurs & Métrologie

## Conditionneurs des capteurs passifs

### 1) Montages utilisés avec les capteurs passifs dont l'impédance est résistive

#### Montage potentiométrique



Schéma de montage

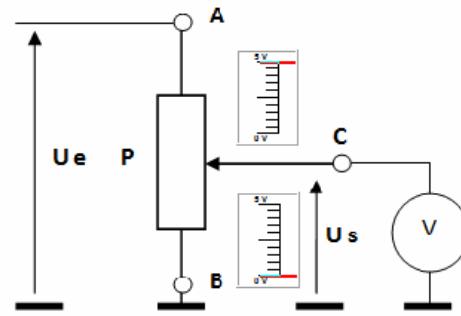
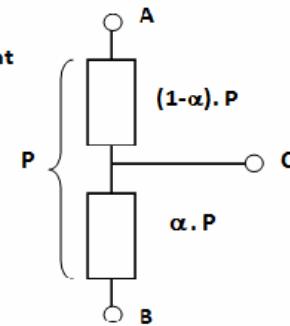


Schéma équivalent de P



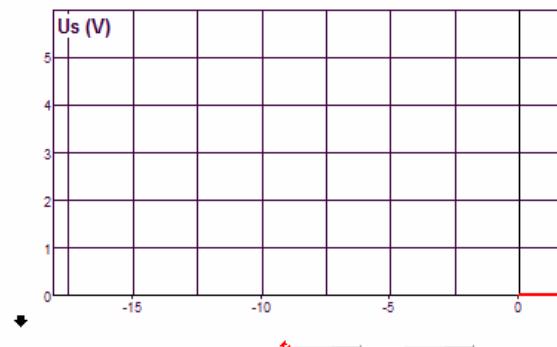
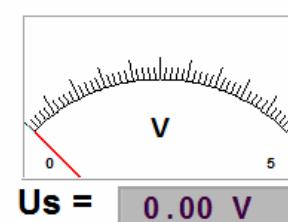
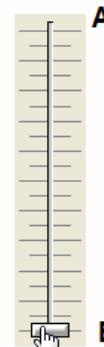
Alpha = 100 %

Position du curseur

alpha en %

0 %

Alpha = 0 %



# Capteurs & Métrologie

## Conditionneurs des capteurs passifs

### 1) Montages utilisés avec les capteurs passifs dont l'impédance est résistive

#### Montage dans un pont de Wheatstone

L'utilisation d'un montage potentiométrique présente le défaut d'avoir en sortie la présence d'une tension continue, et ceci en l'absence de variations du mesurande. **L'emploi d'un montage en pont présente l'avantage de s'affranchir de cette tension continue.**

Le montage ci-dessous représente un montage quart de pont, où la résistance  $R_2 = R_c$  est la résistance du capteur et trois résistances fixes

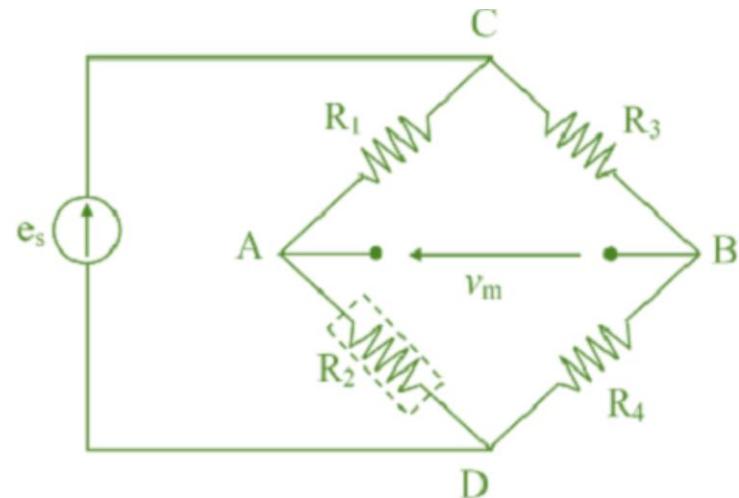
$$V_m = V_A - V_B \quad \text{avec :}$$

$$V_A = \frac{R_c}{R_1 + R_c} \cdot e_s \quad \text{et} \quad V_B = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot e_s$$

donc :

$$V_m = e_s \cdot \left( \frac{R_c \cdot R_3 - R_4 \cdot R_1}{(R_1 + R_c) \cdot (R_3 + R_4)} \right)$$

Si on veut avoir une tension nulle en absence de mesurande (on dit que le pont est en équilibre), il faut avoir :  $R_c \cdot R_3 = R_1 \cdot R_4$



Montage en pont

# Capteurs & Métrologie

## Conditionneurs des capteurs passifs

### 1) Montages utilisés avec les capteurs passifs dont l'impédance est résistive

#### Montage dans un pont de Wheatstone

#### Jauge de déformation

##### a- Principe

La résistance d'un conducteur est donnée par la relation :

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

longueur  
m  
surface  
 $m^2$

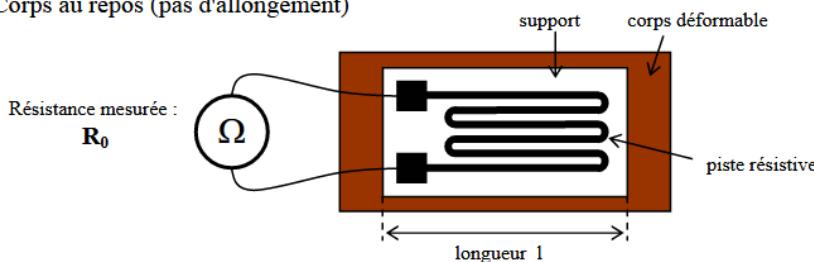
La déformation du conducteur (jauge) modifie la longueur  $l$  entraînant une variation de la résistance  $R$ .

La relation générale pour les jauge est  $\frac{\Delta R}{R_0} = K \frac{\Delta l}{l}$  où  $K$  est le facteur de jauge.

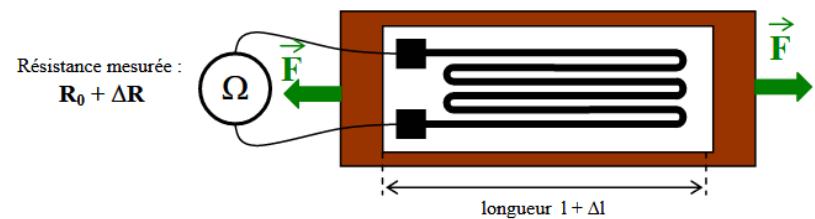
La jauge est constituée d'une piste résistive collée sur un support en résine. Le tout est collé sur le corps dont on veut mesurer la déformation.



##### ① Corps au repos (pas d'allongement)



##### ② Corps ayant subi un étirement (effort de traction)



Remarque : Dans le cas d'une contraction, la résistance de la jauge serait  $R_0 - \Delta R$ .

# Capteurs & Métrologie

## Conditionneurs des capteurs passifs

### 1) Montages utilisés avec les capteurs passifs dont l'impédance est résistive

#### Montage dans un pont de Wheatstone

#### Jauge de déformation

La jauge étant un composant purement résistif, il faut l'associer à un circuit électrique pour obtenir une tension image de la déformation. Le circuit souvent utilisé est appelé "pont de Wheatstone". Il est ici constitué d'un générateur de tension associé à 4 résistances dont une est la jauge (schéma ci-dessous) :

La tension de sortie  $v$  du pont a l'expression suivante :

$$v = E \left[ \frac{R_0 + \Delta R}{R_0 + R_0 + \Delta R} - \frac{R}{R + R} \right] = E \left[ \frac{R_0 + \Delta R}{2R_0 + \Delta R} - \frac{1}{2} \right] = E \left[ \frac{2R_0 + 2\Delta R - 2R_0 - \Delta R}{4R_0 + 2\Delta R} \right]$$
$$\Rightarrow v = E \frac{\Delta R}{4R_0 + \Delta R}.$$

En général, la variation  $\Delta R$  est petite devant  $R_0$ ; la relation se simplifie alors pour devenir quasi-linéaire :

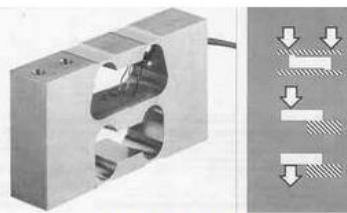
$$v \approx E \frac{\Delta R}{4R_0}.$$



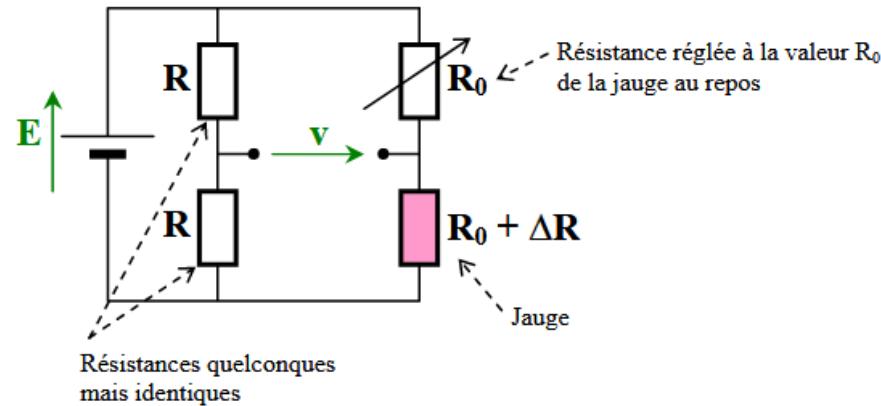
Traction, flexion, compression...



Capteur de compression



Capteur de flexion



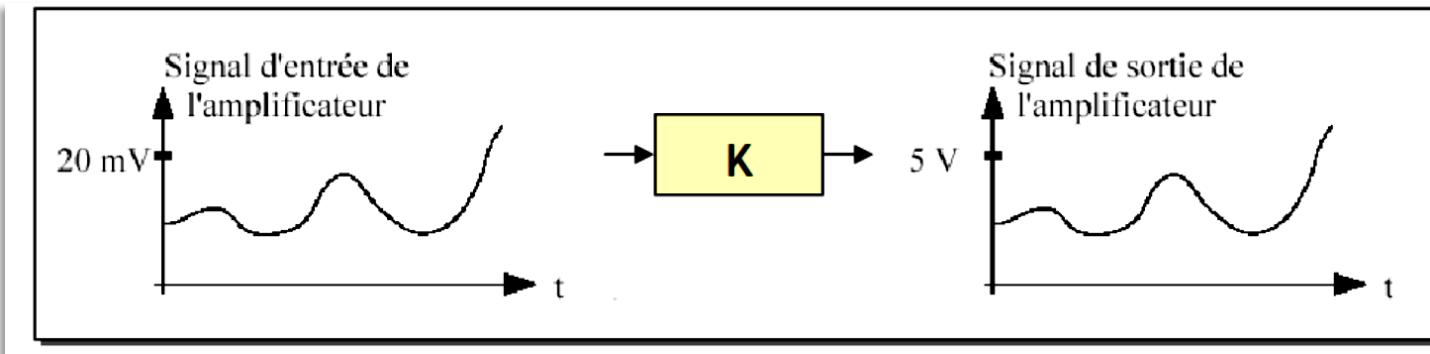
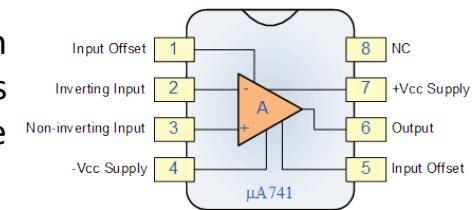
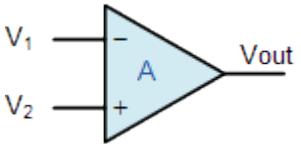
# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

Les **amplificateurs opérationnels**, en plus de l'adaptation d'impédance qu'ils peuvent garantir, ils permettent aussi en plus de l'amplification du signal, de convertir les signaux de sorties, quand ils sont un courant ou une charge, à un signal de sortie tension.

L'amplification se résume par une simple multiplication du signal d'entrée par un coefficient **K** comme le montre la figure ci-dessous. L'amplification se justifie dans les cas où le signal est très faible. Par exemple, un capteur fournit quelques millivolts, alors que l'on a besoin de plusieurs volts.

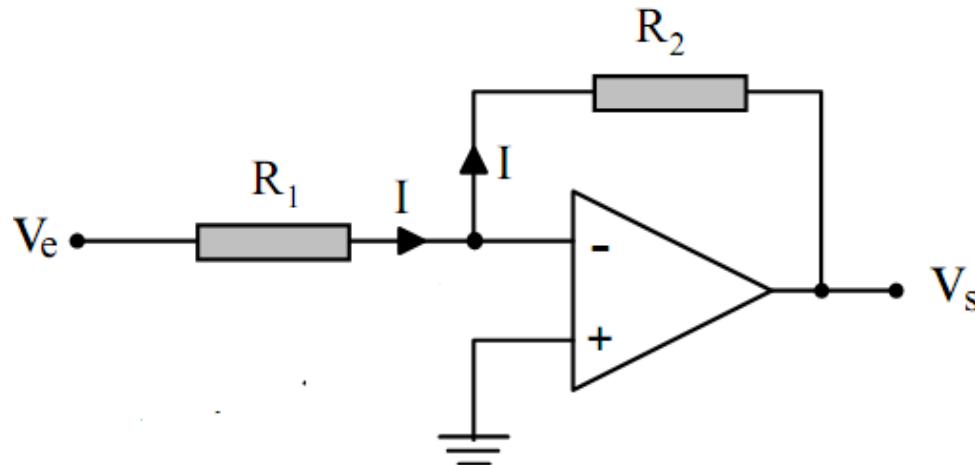


# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

#### Montage inverseur



$$V_e = R_1 I ,$$

$$V_s = - R_2 I \quad \text{D'où}$$

$$A_v = \frac{V_s}{V_e} = - \frac{R_2}{R_1}$$

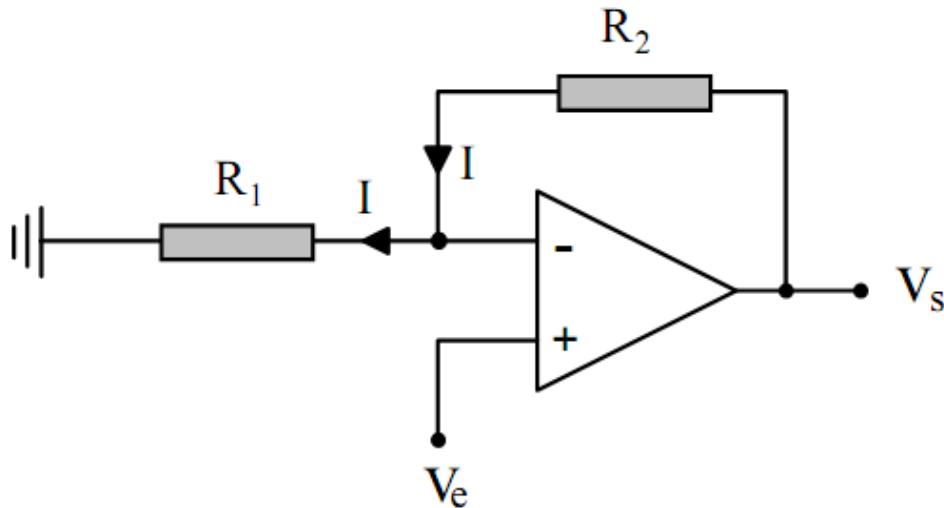
$$V_s = - \frac{R_2}{R_1} V_e$$

# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

#### Montage non inverseur



$$V_e = R_1 I$$

$$V_s - V_e = R_2 I \text{ D'où}$$

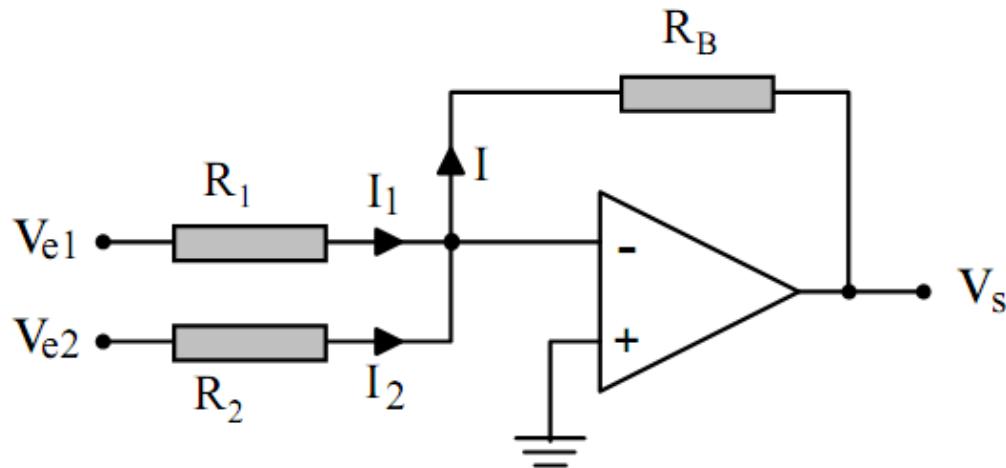
$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

#### Montage sommateur inverseur



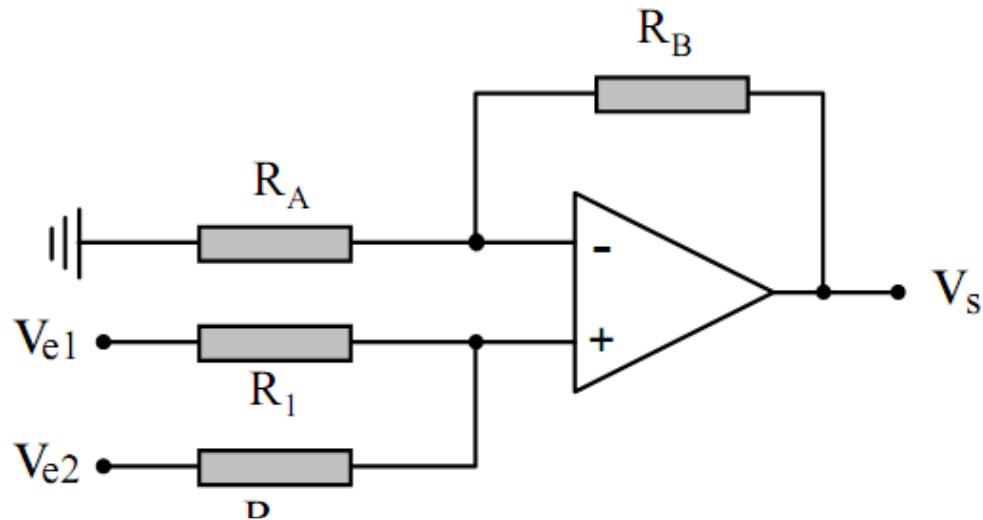
$$V_s = -R_B \left( \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right)$$

# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

Montage sommateur non inverseur



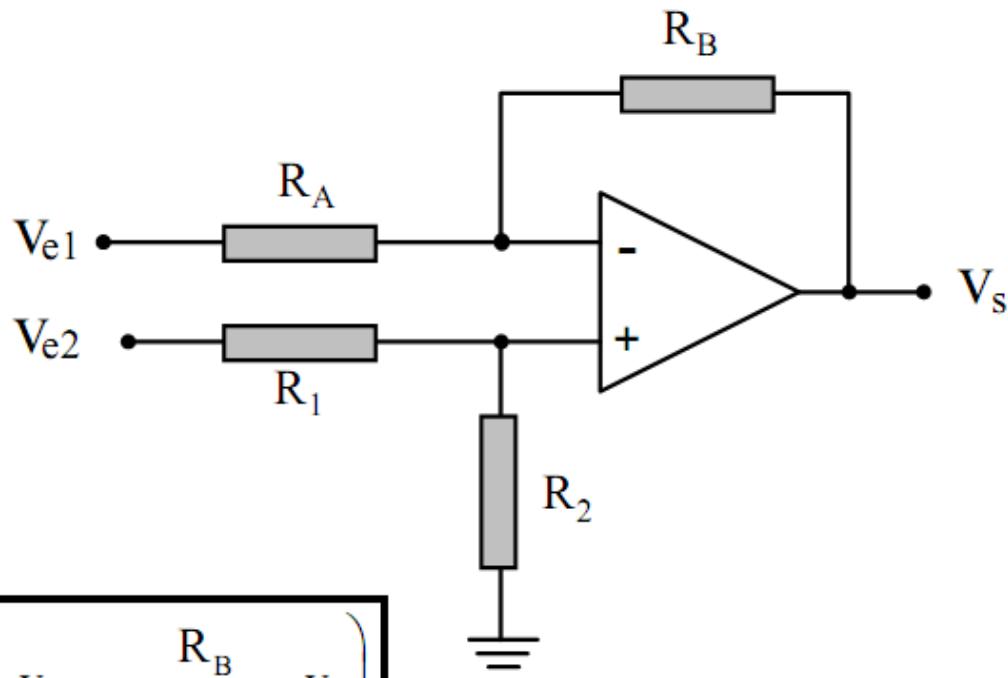
$$V_s = \frac{R_A + R_B}{R_A(R_1 + R_2)} (R_2 v_1 + R_1 v_2)$$

# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

#### Montage différentiel



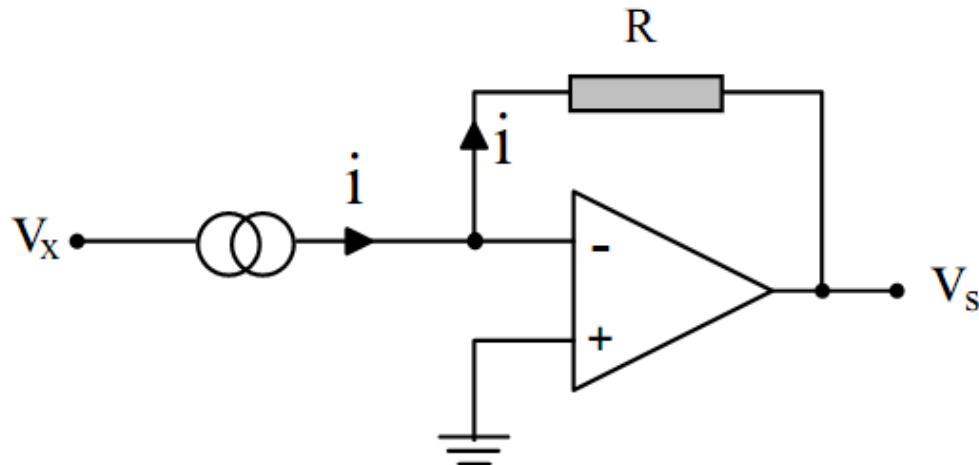
$$V_s = \frac{R_A + R_B}{R_A} \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_2 - \frac{R_B}{R_A + R_B} V_1 \right)$$

# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

Montage convertisseur courant tension



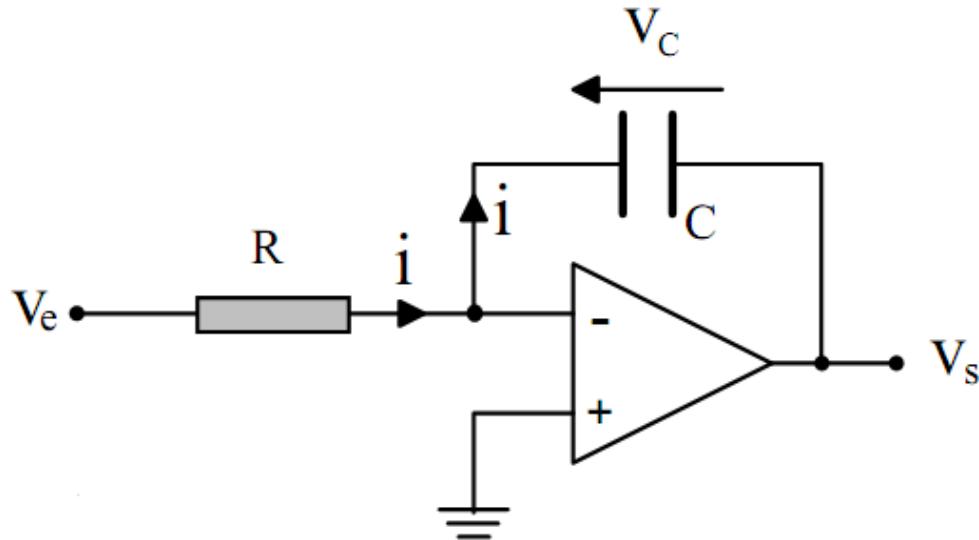
$$V_s = -R i$$

# Capteurs & Métrologie

## Conditionnement des signaux mesurés

### 1) Amplificateurs Opérationnels

#### Montage intégrateur



$$V_s = -\frac{1}{CR} \int v_e(t) dt$$