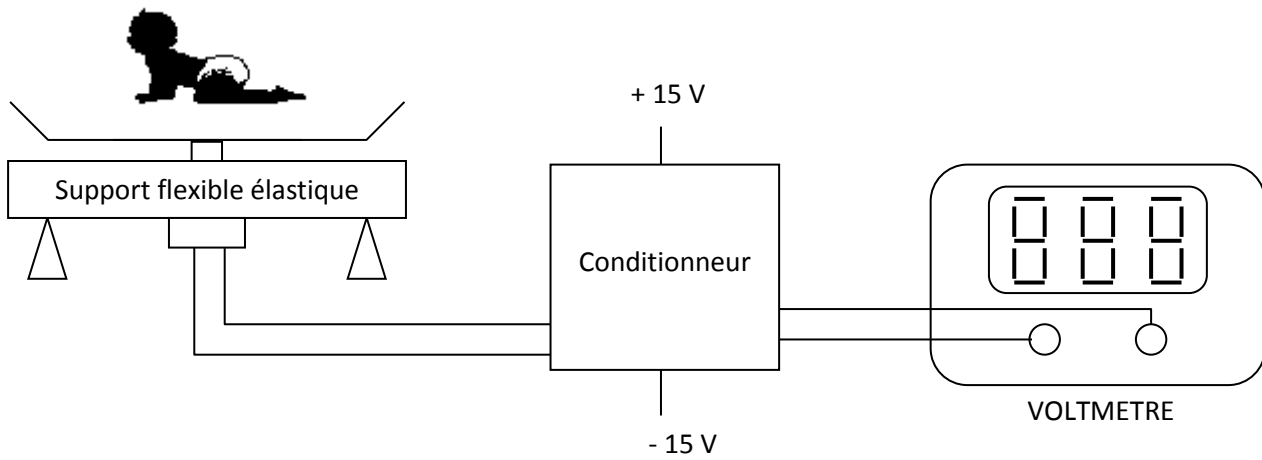


**Exercice : balance électronique**

Soit une balance utilisant une jauge de contrainte pour peser les nourrissons.

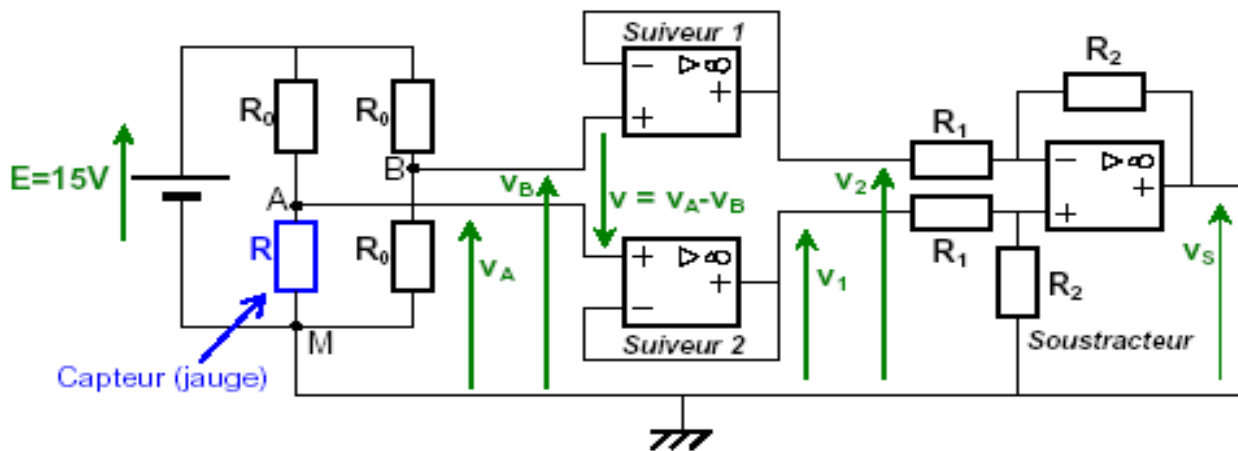


La jauge a une résistance R qui varie avec la déformation qu'elle subit :  $R=R_0+\Delta R$

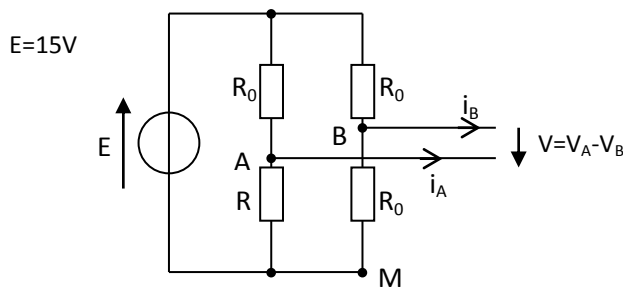
Avec  $R_0=360\Omega$  et  $\frac{\Delta R}{R_0}=K \cdot M$  M est la masse (en kilogramme) placée sur le plateau. ( $K=4 \cdot 10^{-3}kg^{-1}$ )

**Etude du conditionneur électronique**

Le schéma général du conditionneur est représenté ci-dessous:



I) Etude du pont de jauge



- Calculer la tension  $V_B - V_M$  en fonction de  $E$  si on admet que  $i_B = 0$ .
- Calculer la tension  $V_A - V_M$  en fonction de  $E$ ,  $R_0$  et  $R$  si on admet que  $i_A = 0$ .
- En déduire que  $V$  peut se mettre sous la forme :  $V = E \cdot \frac{\Delta R}{4R_0 + 2\Delta R}$

$$\text{Puis } v = \frac{E \cdot K \cdot M}{4 \cdot 1 + \frac{K \cdot M}{2}}$$

- Application numérique : Calculer  $V$  pour une masse  $M = 10 \text{ Kg}$ .
- Comment peut se simplifier l'expression de  $V$  lorsque la masse  $M$  est inférieure à  $15 \text{ Kg}$  ?

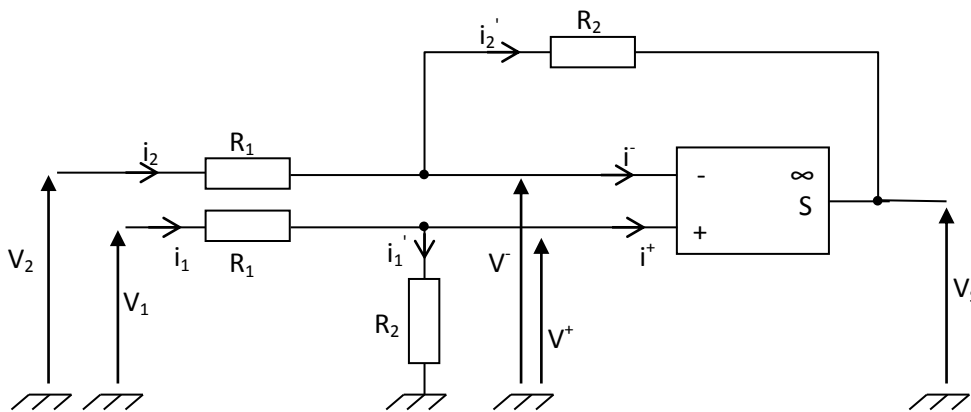
## II) Etude des étages suiveurs

Les deux montages suiveurs 1 et 2 sont identiques et sont réalisés grâce à des amplificateurs opérationnels idéaux fonctionnant en régime linéaire

- Démontrer que  $V_1 - V_2 = V$ .
- Donner le rôle de ces étages.

## III) Etude du montage soustracteur

Cet étage permet d'amplifier la différence  $V_1 - V_2$ .



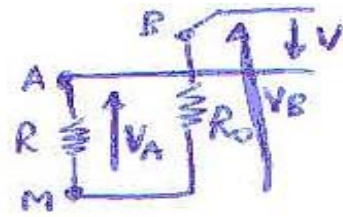
- Expliquer pourquoi on peut écrire :  $i_1 = i_1'$  ;  $i_2 = i_2'$  ;  $V^+ = V^-$
- Exprimer la tension  $V^+$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$ , et  $V_1$ .
- Exprimer la tension  $V^-$  en fonction de  $R_1$ ,  $i_2$ , et  $V_2$ .
- Exprimer la tension  $V_s$  en fonction de  $R_2$ ,  $i_2$ , et  $V^-$  et en déduire que :  $V_s = (V_1 - V_2) \frac{R_2}{R_1}$
- $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ . Calculer la valeur de  $R_1$  qui permettra d'obtenir  $V_s = 10 \text{ V}$  pour  $M = 10 \text{ Kg}$ .

Solution : balance électronique

I/ a) on peut écrire  $V_A - V_M = V_A$   
 puisque  $V_M = 0$  (masse)

avec  $i_B = 0$ , on peut appliquer

le diviseur de tension  $\Rightarrow V_B = \frac{R_0}{R_0 + R_0} \cdot E = \frac{E}{2}$



b/ De m,  $V_A = \frac{R}{R + R_0} \cdot E$

c/ Loi des mailles  $\Rightarrow V_A - V + V_B = 0 \Rightarrow V = V_A - V_B$

$$V = \frac{R}{R + R_0} E - \frac{E}{2} = E \left( \frac{R}{R + R_0} - \frac{1}{2} \right) = E \frac{R - R_0}{2R + 2R_0}$$

$$= \frac{R_0 + \Delta R - R_0}{2(R_0 + \Delta R) + 2R_0} \cdot E = E \cdot \frac{\Delta R}{4R_0 + 2\Delta R}$$

$$V = E \cdot \frac{KM R_0}{4R_0 + 2KM R_0} = \frac{E}{4} \cdot \left( \frac{KM}{1 + \frac{KM}{2}} \right)$$

d) AN  $V = \frac{15}{4} \left( \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{1 + \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{2}} \right) = \underline{0,144 V}$

et avec  $M < 15 \text{ Kg}$ ,  $KM < 4 \cdot 10^{-3} \cdot 15 = 0,06$

$$\Rightarrow \frac{KM}{2} < 0,03 \ll 1 \Rightarrow 1 + \frac{KM}{2} \approx 1$$

finalement  $V = \frac{E}{4} \left( \frac{KM}{1 + \frac{KM}{2}} \right) \approx \frac{E KM}{4}$

II/ a/ Dans le montage suiveur 1,  $v_+ = v_-$   
 $\Rightarrow V_B = V_2$

De m  $V_A = V_1 \Rightarrow V = V_A - V_B = V_1 - V_2$

b/ le rôle de ces suiveurs est de retrouver les tensions  $V_A$  et  $V_B$  à l'entrée du soustracteur sans que ce dernier perturbe le pont de jauge puisque  $i_A = i_R = 0$ .

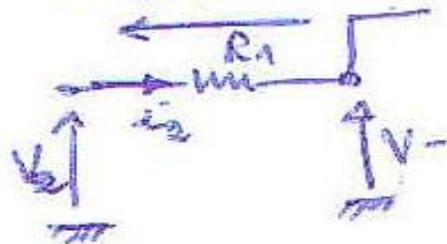
III/a/ car l'ampli. Op. est parfait

b/ Diviseurs de tension  $V_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_1$

c/ Loi des mailles

$$V^- + R_1 i_2 - V_2 = 0$$

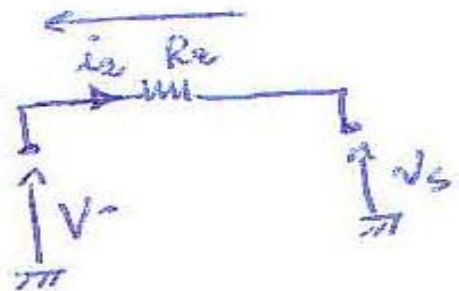
$$\Rightarrow V^- = V_2 - R_1 \cdot i_2 \quad \text{①}$$



d/ Loi des mailles

$$V_s + R_2 i_2 - V^- = 0$$

$$\Rightarrow V_s = V^- - R_2 i_2$$



$$\text{①} \Rightarrow i_2 = \frac{V_2 - V^-}{R_1}$$

$$\begin{aligned} \text{Donc } V_s &= V^- - \frac{R_2 (V_2 - V^-)}{R_1} = \frac{(R_1 + R_2) V^- - R_2 V_2}{R_1} \\ &= \frac{(R_1 + R_2) V_+ - R_2 V_2}{R_1} = \frac{(R_1 + R_2) \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1 - R_2 V_2}{R_1} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{R_2 V_1 - R_2 V_2}{R_1} = \frac{R_2}{R_1} (V_1 - V_2) = \frac{R_2}{R_1} \cdot V$$

Remq Ce m<sup>e</sup> résultat peut être obtenu d'une manière plus simple par utilisation d'autres lois telle que celle de Millman

e/ puisque  $M = 10 \text{ kg} < 15 \text{ kg} \Rightarrow \text{on a } V = \frac{E \cdot K \cdot M}{4}$

$$V = 15 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{4} = 0,15 \text{ V}$$

$$V_s = \frac{R_2}{R_1} V \Rightarrow R_1 = R_2 \frac{V}{V_s} = 10 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,15}{10} = 150 \Omega$$